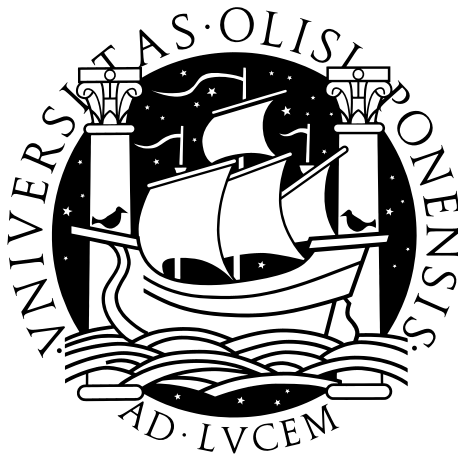


UNIVERSIDADE DE LISBOA  
FACULDADE DE FARMÁCIA



**Construção de uma Matriz da Qualidade,  
baseada no sistema TPM, para a Indústria  
Alimentar**

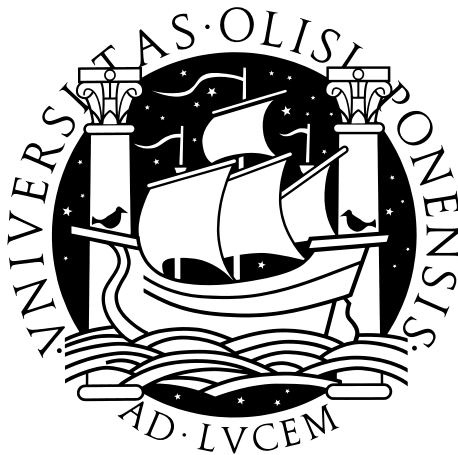
**Catarina Isabel Lourenço Antunes dos Reis**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em  
Engenharia Farmacêutica

**2011**



UNIVERSIDADE DE LISBOA  
FACULDADE DE FARMÁCIA



**Construção de uma Matriz da Qualidade,  
baseada no sistema TPM, para a Indústria  
Alimentar**

**Catarina Isabel Lourenço Antunes dos Reis**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em  
Engenharia Farmacêutica

Orientador: Professora Doutora Maria das Mercedes Leote Tavares Esquível  
Orientador: Engenheira Maria de Fátima Dias Valério

**2011**





# Agradecimentos

Em primeiro lugar quero agradecer ao meu pai, Fernando, por tudo o que fez de mim e por me dar todos os dias a certeza da sua protecção e sua presença. Quero agradecer também à minha mãe, Maria Rosa, por me ter ensinado a lutar com dignidade, e pelo encorajamento nas horas mais difíceis e ao meu irmão, Ricardo, por me ter ajudado a sorrir, sempre.

Quero também fazer um agradecimento especial ao meu namorado, João, pelo apoio e compreensão, por estar a meu lado e pela ajuda na revisão deste trabalho.

Quero agradecer ainda à Professora Doutora Maria das Mercedes Leote Tavares Esquivel, orientadora deste trabalho, por toda a ajuda e partilha de conhecimento.

Agradeço também à fábrica FIMA, pela abertura e disponibilidade dos meios necessários ao desenvolvimento deste trabalho, em especial, à Engenheira Fátima Valério, pela sua compreensão e transmissão de conhecimentos que denotam a sua excelente capacidade profissional. Quero agradecer ainda à Alice Amorim, pela sua dedicação e contribuição neste trabalho.

Finalmente, quero agradecer a todos os meus amigos, pelo carinho e apoio, nas horas de desânimo.

Lisboa, 2011

Catarina Isabel Lourenço Antunes dos Reis



Ao meu Pai, por ser quem é,  
pela educação e valores que me  
transmitiu e por me ensinar a  
ser perseverante, mesmo nas  
maiores dificuldades.



# Resumo

Uma empresa forte, com capacidade de liderança no mercado, não pode estagnar. Para prosperar no mercado é necessário inovar, procurar uma melhoria contínua. Para isso, a implementação de uma metodologia como a Manutenção Produtiva Total, é vital para uma empresa. A empresa onde este estudo foi realizado tem várias fábricas fortemente envolvidas nesta metodologia, beneficiando desta.

O propósito desta dissertação foi o desenvolvimento de uma Matriz da Qualidade, no âmbito do pilar do TPM– Manutenção da Qualidade, aplicado ao processo dos caldos alimentares. Pretendeu-se com o desenvolvimento desta matriz, a construção de uma ferramenta que permita a análise das relações entre a ocorrência do defeito e o local do equipamento onde esse defeito é gerado, permitindo uma maior compreensão das relações entre equipamento, processo e qualidade do produto. Com o desenvolvimento deste trabalho verificou-se que é necessária uma melhoria nas etapas de Processo que correspondem ao misturador, balança Rimetech e codificador Fjac, que obtiveram os seguintes resultados consequentes de uma análise estatística: 11,1%; 7,5% e 11,1%, respectivamente. Como propostas de melhoria seleccionaram-se e atribuíram-se Pontos de Controlo ou Inspeção, com o objectivo de manter o funcionamento do equipamento de tal forma que sempre atinja as condições ideais, que não gerem defeitos. As propostas de melhoria, baseadas num Kaizen de 12 passos, têm o objectivo de criar condições para chegar aos "zero defeitos".

Esta análise permitiu à Empresa, caminhar no sentido do atingir dos "zero defeitos" no produto final, e a obtenção de uma maior integração dos quatro pilares da Manutenção Produtiva Total: Manutenção Autónoma, Manutenção Planeada, pilar Kaizen e pilar Manutenção da Qualidade.



# Abstract

A strong company, with leadership in the market, cannot stand still. To stay strong in the market is necessary to innovate, to seek continuous improvement. For this purpose, the implementation of a methodology such as Total Productive Maintenance, is vital to a company. The company where this study was set has several factories involved in this methodology strongly, benefiting from this.

The purpose of this thesis was the development of a Quality Matrix, under the TPM– Quality Maintenance pillar. This pillar focuses on eliminating non-compliance of the products caused by the equipment. It was intended with the development of this matrix, the construction of a tool that allows the analysis of relations between the occurrence of the defect and location of the equipment where this defect is generated, ie, it allows a greater understanding of the relationships between equipment, process and product quality. With the development of this work it was found that improvement is needed in the processing steps, corresponding to the mixer, Rimetech scale and Fjac encoder through a statistical analysis with the following %: 11,1 %, 7,5 % and 11,1%. As improvement proposals these steps were selected and assigned as control points or inspection points, in order to maintain the operation of the equipment so that always reaches the ideal conditions that do not generate defects. The continuous improvement proposal developed, based on a 12-step Kaizen tool, as the aim of creating conditions to reach the "zero defects".

The development of this work allowed the company to build a strategy to reaching of the "zero defects" in the final product, and achieving a greater integration of the four pillars of Total Productive Maintenance: Autonomous Maintenance, Planned Maintenance, Kaizen and Quality Maintenance.





# Palavras Chave Keywords

## **Palavras Chave**

Manutenção Produtiva Total

Manutenção da Qualidade

Matriz da Qualidade

Zero Defeitos

Melhoria Contínua

## **Keywords**

Total Productive Maintenance

Quality Maintenance

Quality Matrix

Zero Defects

Continuous Improvement



# Índice

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>3</b>
1.1	Importância do TPM para o Sistema de Gestão . . . . .	5
1.2	Objectivo da Dissertação . . . . .	6
1.3	Estrutura da Dissertação . . . . .	8
<b>2</b>	<b>Manutenção Produtiva Total</b>	<b>9</b>
2.1	Manutenção Produtiva Total . . . . .	9
2.2	Objectivos do TPM . . . . .	11
2.3	Benefícios do TPM . . . . .	13
2.4	História do TPM . . . . .	13
2.5	Pilares do TPM . . . . .	15
2.5.1	1º Pilar: Manutenção Autónoma (MA) . . . . .	16
2.5.2	2º Pilar: Manutenção Planeada (MPI) . . . . .	19
2.5.3	3º Pilar: Controlo inicial . . . . .	22
2.5.4	4º Pilar: Kaizen . . . . .	23
2.5.5	5º Pilar: Formação e Treino . . . . .	24
2.5.6	6º Pilar: Segurança e Ambiente . . . . .	24
2.5.7	7º Pilar: Manutenção da Qualidade . . . . .	25
2.5.8	8º Pilar: TPM Office . . . . .	27

<b>3</b>	<b>Descrição da Empresa</b>	<b>35</b>
3.1	Descrição da Empresa . . . . .	35
3.1.1	Política e Estratégia Comercial . . . . .	36
3.1.2	Sistemas de Gestão . . . . .	37
3.2	Processo de Fabrico . . . . .	38
3.2.1	Circuito Principal de Produção . . . . .	38
3.3	Melhoria Específica . . . . .	42
<b>4</b>	<b>Desenvolvimento da Matriz da Qualidade</b>	<b>49</b>
4.1	Origens dos Defeitos de Qualidade . . . . .	50
4.2	Matriz da Qualidade . . . . .	51
4.3	Etapas para a Construção da Matriz . . . . .	51
4.3.1	Definição Etapas do Processo . . . . .	61
4.3.2	Correlação entre os Defeitos de Qualidade e as Etapas de Processo	63
4.3.3	Análise da Matriz de Qualidade . . . . .	65
4.3.4	Proposta de Melhoria . . . . .	65
4.3.5	A Manutenção da Qualidade e os outros Pilares do TPM . . . . .	69
<b>5</b>	<b>Conclusão</b>	<b>75</b>
5.1	Desenvolvimento de Trabalho Futuro . . . . .	77
	<b>Bibliografia</b>	<b>80</b>
<b>A</b>	<b>Anexo I</b>	<b>81</b>

# Lista de Figuras

1.1	A importância dos clientes na condução de uma estratégia empresarial. . . . .	5
2.1	Os oito pilares de sustentação do desenvolvimento do TPM. Adaptado de (1). . . . .	16
2.2	Variabilidade do Processo e Relação com a MQ. Adaptado de (2). . . . .	29
2.3	Benefícios da implementação do pilar da MQ. Adaptado de (2). . . . .	30
3.1	Fluxograma geral do processo de fabrico dos caldos alimentares. . . . .	47
4.1	Origem dos defeitos de qualidade. . . . .	50
4.2	Diagrama em árvore – Defeitos de qualidade. . . . .	54
4.3	Diagrama de Pareto – Análise das reclamações. . . . .	55
4.4	Etapas para a construção da matriz da qualidade. . . . .	56
4.5	Desenvolvimento da matriz da qualidade. . . . .	57
4.6	Matriz da qualidade. . . . .	59
4.7	Matriz da qualidade e a priorização dos defeitos e etapas de Processo a controlar. . . . .	66
4.8	Exemplo de um ponto de controlo. . . . .	68
4.9	Proposta de melhoria. . . . .	70



## Lista de Tabelas

2.1	Primeira etapa para implementação da manutenção autónoma . . . . .	31
2.2	Segunda etapa para implementação da manutenção autónoma . . . . .	32
2.3	Terceira etapa para implementação da manutenção autónoma . . . . .	33
A.1	Quarta etapa para implementação da manutenção autónoma . . . . .	82
A.2	Quinta Etapa para implementação da manutenção autónoma . . . . .	83
A.3	Sexta Etapa para implementação da manutenção autónoma . . . . .	84
A.4	Sétima Etapa para implementação da manutenção autónoma . . . . .	84





# Abreviaturas

<b>TPM</b>	Manutenção Produtiva Total
<b>JIPM</b>	Japan Institute of Plant Maintenance
<b>MP</b>	Manutenção Preventiva
<b>MA</b>	Manutenção Autónoma
<b>MPI</b>	Manutenção Planeada
<b>MQ</b>	Manutenção da Qualidade
<b>QA</b>	Garantia da Qualidade
<b>OEE</b>	Overall Equipment Effectiveness
<b>ULJM</b>	Unilever Jerónimo Martins
<b>FMCG</b>	Fast Moving Consumer Goods
<b>HACCP</b>	Hazard Analysis and Critical Control Points
<b>BRC</b>	British Retail Consortium
<b>LIL</b>	Limpeza, Inspeção, Lubrificação
<b>LPP</b>	Lição Ponto a Ponto
<b>KPI</b>	Key Performance Indicators



# 1

## Introdução

As condições de negócio a nível global estão hoje em constante mudança (3). No mundo moderno, dos mercados globais e forte concorrência em cada produto, é imperativo para as empresas a exploração de metodologias que visam o aumento da produtividade, o que passa pela optimização dos seus processos de manutenção e segurança, assim como pela utilização de materiais sustentáveis na embalagem, pela implementação de tecnologia flexível e padronizada, e, não obstante, pela adopção de princípios de gestão comprovados.

Referindo-me, em concreto, à indústria alimentar, a capacidade de reduzir os resíduos resultantes de processo fabril, bem como a de encurtar os prazos de entrega, são hoje pontos de importância crítica, dada a natureza perecível do produto (4) bem como a necessidade de entregar produtos "naturais".

As indústrias de processos, apresentam uma maior preocupação quanto ao desperdício gerado, tanto a nível ambiental como a nível económico. Para além destes aspectos, os fabricantes têm cada vez mais consciência que devem investir, de forma contínua, na sua capacidade operacional, para se tornarem incrementalmente mais eficientes e competitivos. Esta é uma filosofia da qual pode depender toda a sobrevivência de um negócio. No entanto, a realidade empresarial a nível mundial tem agora pela frente uma tarefa bem mais exigente, quando comparada com a existente há apenas alguns anos atrás. O desafio passou de produzir o máximo possível, para produzir o máximo possível com a melhor qualidade, o mínimo de falhas e perdas, tendo em conta o comportamento imprevisível do consumidor.

Como consequência, muitas indústrias a nível mundial aderiram a um conceito revolucionário, o *Manutenção Produtiva Total* (TPM, do Inglês *Total Productive Main-*

*tenance*). Para atingir estas metas, a indústria e as empresas em geral, concluíram que seriam necessárias ferramentas que potencializassem ao máximo a capacidade do homem, máquina e do método. O aparecimento do TPM tem como objectivo introduzir a melhoria contínua, criando uma nova mentalidade, rumo à excelência. O TPM consiste num programa inovador de manutenção das fábricas e seu equipamento, cujos objectivos são o atingir zero defeitos, zero falhas e zero acidentes.(5) O TPM descreve uma relação entre todas as funções organizacionais de uma empresa, mas particularmente entre a produção e a manutenção, com vista à melhoria contínua do produto: qualidade, eficiência operacional e garantia de capacidade e segurança(6).

A adopção do TPM tem um papel importante no desempenho das organizações (7), como mostram os seguintes resultados:

- 50% de redução em trabalho de manutenção em caso de avaria
- 70% de redução nas perdas de produção
- 50 – 90% de reduções de perdas nos arranques
- 25 – 40% de aumento da capacidade
- 50% de aumento de produtividade de trabalho
- 60% de redução nos custos por unidade de manutenção

A Figura 1.1 demonstra que são os clientes que realmente conduzem um negócio (8). Com base neste princípio, é crucial para uma empresa a capacidade de satisfazer, ou mesmo exceder, as expectativas em torno de si, por forma a obter valor acrescentado. A maneira mais eficaz de obter valor acrescentado é ter uma determinação contínua para eliminar o desperdício na *Supply Chain* e, assim, maximizar a sua eficiência operacional.

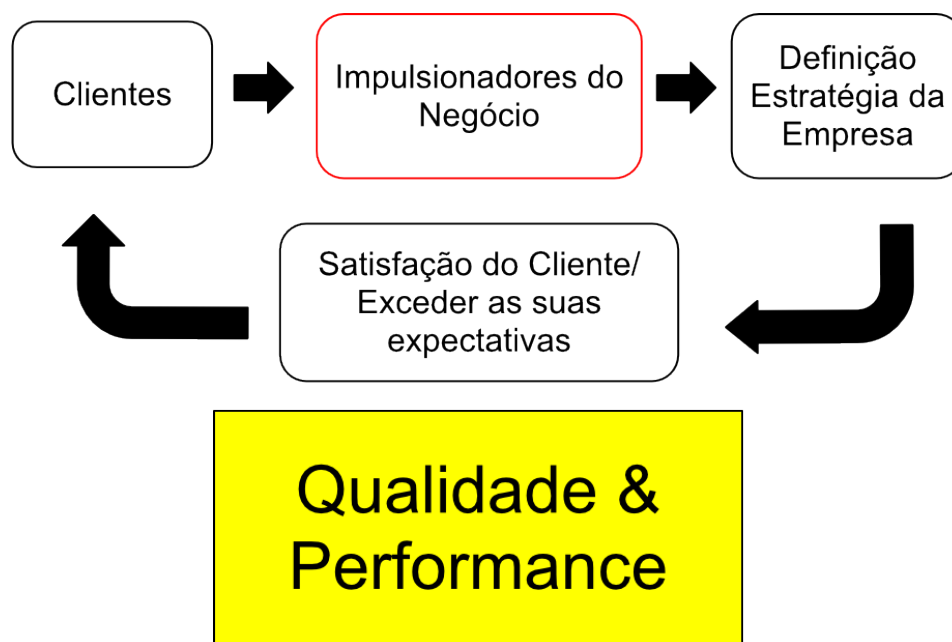


Figura 1.1: A importância dos clientes na condução de uma estratégia empresarial.

## 1.1 Importância do TPM para o Sistema de Gestão

Uma empresa forte, com capacidade de liderança no mercado, não pode estagnar. Para prosperar no mercado é necessário inovar, procurar uma melhoria contínua. A criação de um sistema de produção integrado, no qual o fabricante esteja consciente do papel que a manutenção do equipamento tem na criação de um produto de qualidade, e de como este afecta inevitavelmente a "saúde" de uma fábrica, é um bom começo.

O sector da manutenção não está separado da qualidade. É necessário conceder uma atenção redobrada ao tema manutenção nos dias de hoje. A redução dos custos de manutenção a que se vem assistindo ao longo da última década nas empresas, é uma das razões pelas quais estas apostam em novas ferramentas de gestão da manutenção, já que as falhas têm um impacto significativamente prejudicial. No entanto, se uma empresa apostar na implementação do TPM, então terá boas chances de prosperar. A metodologia TPM, com aplicação mundialmente difundida, tem-se mostrado bastante adequada para viabilização de uma gestão estratégica de fabrico. O TPM consiste numa estratégia que tem como finalidade melhorar o equipamento, por forma a maximizar a eficiência, e

melhorar a qualidade do produto. Esta metodologia pode garantir a utilização máxima do equipamentos existentes e obter-se um aumento da produção dentro das horas de trabalho normal, conseguindo-se atingir uma redução de custos sem sacrificar a qualidade do produto. A redução do número de problemas técnicos também conduz à redução do número de defeitos gerados.

A empresa onde este estudo é realizado tem várias fábricas fortemente envolvidas na implementação do TPM. O grupo Unilever Jerónimo Martins (ff. ULJM) tomou conhecimento dos benefícios do TPM em primeira-mão, e começou a executar a filosofia nas suas instalações fabris. Os benefícios verificados passam por uma maior organização, com departamentos de manutenção bastante fortes e uma equipa orientada para a resolução de problemas. A política de qualidade desta empresa traduz-se na necessidade de servir o consumidor com produtos e marcas de qualidade, por forma a garantir a confiança e a fidelidade destes. A ULJM prima por conseguir fazer bem e à primeira, diminuir os desperdícios e reduzir custos. Só desta forma poderá garantir o reconhecimento pela sua integridade, pela qualidade das marcas e produtos, e pelo seu alto nível de exigência.

## 1.2 Objectivo da Dissertação

O objectivo desta Dissertação é a construção de uma matriz da qualidade para a indústria alimentar, que permita constituir uma ferramenta de análise das relações entre a ocorrência do defeito e o local do equipamento onde esse defeito é gerado. Pretende-se com o desenvolvimento desta matriz, o desenvolvimento de uma ferramenta útil para que se atinja o objectivo "Zero Defeitos" no produto final, e a obtenção de uma maior integração dos quatro pilares do TPM: Manutenção Autónoma, Manutenção Planeada, Pilar *Kaizen* e Manutenção da Qualidade no processo de fabrico.

Para os consumidores que procuram produtos de elevada qualidade e baixo custo, a decisão de comprar é baseada no valor que estes reconhecem ao produto, e a qualidade

é intrínseca a essa percepção. Para se atingir um nível elevado de qualidade no fabrico é necessário considerar dois aspectos:

- “Zero Defeitos”
- Fazer bem à primeira

Os “Zero Defeitos” são um objectivo a atingir ano após ano. “Zero Defeitos” não significa que não podem ocorrer erros ou defeitos num processo de fabrico, mas sim que não é expectável que tal aconteça. O fazer bem à primeira consiste numa comunhão de esforços, que passa pela criação de condições na produção e numa política inovadora de qualidade, que prima pela redução do desperdício, fazendo bem logo à primeira. A relevância deste estudo está em poder oferecer à empresa uma primeira análise à evolução do TPM, na empresa. Com a construção da matriz da qualidade, pretende-se melhorar a relação entre os seguintes pilares do TPM, bem como dar o primeiro passo para um melhor conhecimento de quais são as condições ideais do equipamento:

- Pilar da Manutenção Autónoma
- Pilar da Manutenção da Qualidade
- Pilar da Manutenção Planeada e Kaizen

Através do conhecimento das condições de controlo do equipamento é possível prevenir a ocorrência de defeitos, mantendo os componentes do equipamento nas condições específicas.

O objectivos desta dissertação foram atingidos, uma vez que, com o desenvolvimento desta ferramenta, permite caminhar para o atingir dos “Zero Defeitos” no produto final, e a obtenção de uma maior integração dos quatro pilares da Manutenção Produtiva Total: Manutenção Autónoma, Manutenção Planeada, Pilar da melhoria contínua e Manutenção da Qualidade, em conjunto com o Pilar da Formação e Treino.

## 1.3 Estrutura da Dissertação

A dissertação está organizada em cinco capítulos.

No primeiro capítulo estão contempladas a introdução e o objectivo da dissertação, bem como uma breve descrição da empresa onde este estudo foi realizado, além da importância do TPM no sistema de Gestão.

No segundo capítulo desenvolve-se a noção do que é o TPM, a sua importância para a indústria e quais os seus principais benefícios de implementação. Este capítulo apresenta ainda uma descrição aprofundada dos pilares do TPM.

A empresa sobre a qual recaiu o estudo do desenvolvimento de uma matriz da qualidade, baseado no sistema TPM, é apresentada com maior pormenor no terceiro capítulo, bem como a descrição breve do processo produtivo, de forma a efectuar o enquadramento do tema para o capítulo que se segue.

No quarto capítulo é descrito o desenvolvimento da matriz da qualidade, quais as etapas que foram seguidas para a sua concepção, e análise dos resultados obtidos em termos de indicadores e das principais contribuições para o objectivo de melhoria contínua na empresa.

O quinto capítulo é reservado para as conclusões e a apresentação do desenvolvimento futuro, descrevendo abreviadamente as acções planeadas.



# Manutenção Produtiva Total

## 2.1 Manutenção Produtiva Total

Várias definições podem ser encontradas na literatura, para a Manutenção Produtiva Total, conhecida nos meios onde se aplica pela sigla TPM ou do termo em Inglês *Total Productive Maintenance*. TPM significa Manutenção produtiva com a participação total:

- M – Manutenção: conjunto de acções técnicas, administrativas e de gestão realizadas durante o ciclo de vida de um equipamento, destinadas a mantê-lo ou a repô-lo num estado em que pode desempenhar a função para que foi concebido.
- P – Produtividade: significa busca do sistema de produção até ao limite máximo da eficiência, atingindo os três famosos zeros ("zero defeitos, zero falhas e zero avarias").
- T – Total: no sentido de haver participação e empenho total de todos os departamentos, de todas as equipas, a todos os níveis hierárquicos de uma empresa.

Uma revisão da literatura foi utilizada para pesquisa sobre o tema TPM. O TPM é impulsionado pelo responsável de fabrico(8), que escolhe a produção e manutenção, como entidades de igual importância.

O TPM, foi definido pelo *Japan Institute for Plant Maintenance* (JIPM), em 1971, a partir de cinco objectivos básicos (9):

1. Maximizar o rendimento global dos equipamentos;

2. Desenvolver um sistema de manutenção que leve em consideração toda a vida útil do equipamento;
3. Envolver todos os departamentos, o departamento do planeamento, o departamento de utilização e manutenção;
4. Envolver, activamente, todos os empregados - desde a administração até aos operadores;
5. Tornar o TPM um movimento de gestão da motivação, promovendo pequenas actividades de grupo;

Em 1989 a definição do TPM foi revista pela JIPM, passando a ser constituída por estes cinco princípios base:

1. Estrutura empresarial que visa a máxima eficiência do sistema de produção
2. Construir no próprio local de trabalho mecanismos para prevenir as diversas perdas, atingindo "zero acidentes, zero defeitos e zero de avaria/falha
3. Envolver todos os departamentos (produção, desenvolvimento, vendas, administração, etc...)
4. Contar com a participação de todos, desde a alta direcção até aos operários de primeira linha
5. Atingir a perda zero por meio de actividades sobrepostas de pequenos grupos

De acordo com Nakajima, o TPM define-se como Falha zero das máquinas, assim como o atingir dos "Zero Defeitos" nos produtos e zero perdas no processo. Define ainda o TPM como a manutenção produtiva realizada por todos os funcionários através de pequenas actividades de grupo. Nakajima, explica ainda a terminologia "Total" que inicia a definição de TPM, definindo que possui três significados relacionados a três características importantes(10):

- Eficácia total: ou seja, busca da eficiência económica na rentabilidade.
- Manutenção Preventiva (MP), que é uma actividade para melhorar a manutenção.
- Participação total: ou seja, a Manutenção Autónoma (MA) por meio de operações e pequenas actividades de grupo em cada departamento e em cada nível.

O TPM é uma abordagem para melhorar continuamente o desempenho - eficácia, bem como eficiência - de certas actividades industriais, e em primeiro lugar, a actividade no que diz respeito à manutenção (11).

## 2.2 Objectivos do TPM

O objectivo global do TPM é a melhoria da estrutura da empresa quer em termos de máquinas, equipamentos, ferramentas, matéria-prima, produtos quer em termos humanos (aprimoramento das capacidades pessoais envolvendo conhecimento, capacidades e atitudes). O TPM foi concebido para que a Indústria alcançasse os seguintes objectivos:

- Maximizar a segurança
- Evitar o desperdício
- Maximizar a eficácia do equipamento global
- Estabelecimento de um sistema de manutenção compreensivo que cobrisse o tempo de vida útil do equipamento
- Envolvimento de todos os colaboradores desde os gestores de Topo aos operadores das linhas num objectivo comum
- Promoção da manutenção preventiva através de pequenas actividades em grupo
- Produção de bens sem a redução da qualidade do produto
- O produto a enviar para o cliente/ consumidor não deve ir com defeito(s)

- Produção de lotes de produção no menor tempo possível

Os operadores devem ser capazes de conduzir a manutenção de forma voluntária, serem polivalentes e os projectos dos equipamentos que surgirem pelos engenheiros devem ter em conta a dispensa de manutenção, isto é, a construção de uma máquina ideal. A entidade empregadora deve igualmente incentivar estudos e sugestões dos operadores para modificação dos equipamentos existentes a fim de melhorar seu rendimento.

Estes objectivos delineados pelo TPM, constituem a chave pelo qual o TPM atingiu um grande sucesso. Não só porque garante resultados dramaticamente positivos, mas também porque tem um papel transformador no local de trabalho, e aumenta os níveis de competência e autonomia dos trabalhadores (9) .

Em forma de resumo, a metodologia TPM tem como objectivo investir no conhecimento e aumentar as competências dos operadores e melhoria da qualidade do equipamento, com vista a ter, logicamente, uma melhoria da estrutura empresarial. A formação do pessoal adaptada à era do "Factory Automation" ("fábrica autónoma"), permite uma maior autonomia, em que cada um deve adquirir novas capacidades:

- Operador - capacidade para realizar a MA
- Técnico de manutenção - Capacidade para realizar a manutenção de equipamentos e ensinar os operadores
- Engenheiro de produção - Capacidade para projectar equipamentos que dispensam a manutenção

Na melhoria da qualidade do equipamento, com implicações na qualidade do produto, incluem-se os pontos:

- Atingir a eficiência global mediante a melhoria da qualidade dos equipamentos utilizados actualmente.
- Elaborar o projecto Life Cycle Cost "*custo do ciclo de vida*" de novos equipamentos e entrada imediata em produção

## 2.3 Benefícios do TPM

O que pode TPM dar o meu negócio?

Os benefícios da implementação do TPM podem ser descritos como (8):

- Planeamento com confiança através da cadeia de fornecimento para fornecer o que os clientes querem, quando eles precisam, apenas a tempo, certo pela primeira vez.
- Flexibilidade, sendo capaz de reagir rapidamente às mudanças do mercado, sem altos níveis de *Stock*.
- Melhoria na Eficiência Geral dos Equipamentos (OEE, do Inglês *Overall Equipment Effectiveness*)
- Benefícios dos equipamentos
- Capacidade de processo melhorada, fiabilidade, qualidade dos produtos e boa produtividade.
- Uso económico dos equipamentos ao longo de sua vida útil desde o início da sua concepção.
- Eficiência maximizada de equipamentos.
- Maior utilização de mão de obra com capacidade de trabalho em equipa, e capacidade para resolver problemas.
- Exemplo prático e eficaz do trabalho em equipa, inclusive no TPM.
- Administração para as funções de apoio.

## 2.4 História do TPM

Após a Segunda Guerra Mundial, as empresas japonesas perceberam a necessidade de ajudar a reconstruir o país, com isso se tornaram fiéis seguidores das técnicas americanas

de gestão e produção. Nessa época, a manutenção correctiva era usada nas indústrias, mas gerava vários problemas, como o custo e a baixa produtividade.

Nakajima introduziu pela primeira vez o TPM no Japão em 1971. Anteriormente, tinha estudado o sistema de MP, na primeira vez que visitou os Estados Unidos, em 1962. Nakajima promoveu o TPM em todo o Japão e tornou-se conhecido como o grande impulsionador do TPM. A origem do TPM surgiu em 1951, quando a MP foi introduzida na Indústria Japonesa pelos Americanos. A MP faz um acompanhamento das condições dos equipamentos e prevenção da vida útil das máquinas, através de medidas preventivas com objectivos de evitar perdas e falhas(9). Na década de 60, o conceito de manutenção foi aperfeiçoado pelos japoneses, onde a MP começou a ganhar destaque. Esta evoluiu quando os operadores, para resolverem os problemas dos equipamentos, assumiam a responsabilidade de cuidar da sua máquina. O trabalho em equipa com o envolvimento dos empregados deu origem ao TPM. O conceito da MP (9), surgiu como uma consequência do reconhecimento do desempenho da produção, a qualidade, a segurança e ambiente dependiam quase exclusivamente do estado da fábrica e seu equipamento. A MP desempenhou o seu maior papel na melhoria da qualidade do produto e do índice de produtividade. Contribuiu também, para um maior progresso na gestão da manutenção e na criação de áreas especializadas de manutenção, criação de sistemas de gestão do equipamento e aumentando a produtividade da manutenção.

A empresa Nippondenso Co. Ltda, fabricante de peças eléctricas para a indústria automóvel do Japão, foi a pioneira na implementação do TPM pelo JIPM em meados de 1971. Esta empresa faz parte do grupo Toyota e é reconhecida pela alta produtividade e qualidade das suas peças. Com o sucesso dos resultados obtidos o TPM começou a ser conhecido e implementado nas indústrias do Japão e do mundo inteiro.

O TPM surgiu com grande força na Indústria automóvel, noutras empresas como a Nissan e Mazda, que adoptaram este conceito bem como os seus fornecedores. Este conceito chegou também a outro tipo de indústrias, tais como as empresas de micro-electrónica, produção de peças para máquinas, do plástico entre outras.

Com este sucesso, outras Indústrias, desta vez de Processo, como a alimentar, química, de refinação, farmacêutica, de cimento e papel, bem como a do ferro e aço introduziram o TPM nas suas áreas de produção.

Inicialmente, as actividades TPM eram limitadas a departamentos directamente relacionados com a produção. Contudo, este conceito foi-se estendendo para outras áreas tais como departamentos administrativos, de desenvolvimento do produto e na área das vendas.

A implementação do TPM estendeu-se também a outras partes do mundo, tais como a Europa, Estados Unidos da América e América do Sul.

### **TPM nas Indústrias de Processos**

As indústrias de Processos distinguem-se das Indústrias de Fabrico e Montagem. As suas produções utilizam equipamentos diversificados, e resultam numa combinação de operações unitárias tais como a cristalização, o aquecimento, o arrefecimento e a separação. A utilização de equipamento estático tais como bombas, compressores, tubagens, colunas, tanques e permutadores de calor necessitam de actividades de TPM que se foquem numa relação das condições de processo e a qualidade do produto produzido e que incluam técnicas de diagnóstico da corrosão, avaria do equipamento e respectivo desgaste (9).

## **2.5 Pilares do TPM**

Para formular um plano de implementação de sucesso deve-se decidir quais as actividades principais para se atingirem os objectivos do TPM. Este é um passo importante, porque obriga, de certa forma, as entidades responsáveis de uma fábrica, pensarem sobre o caminho a percorrer entre o estado actual em que a fábrica se encontra e os objectivos pretendidos, possíveis de serem alcançados (9). As oito actividades são designadas como oito pilares de sustentação do desenvolvimento da TPM, como indicado na Figura 2.1.

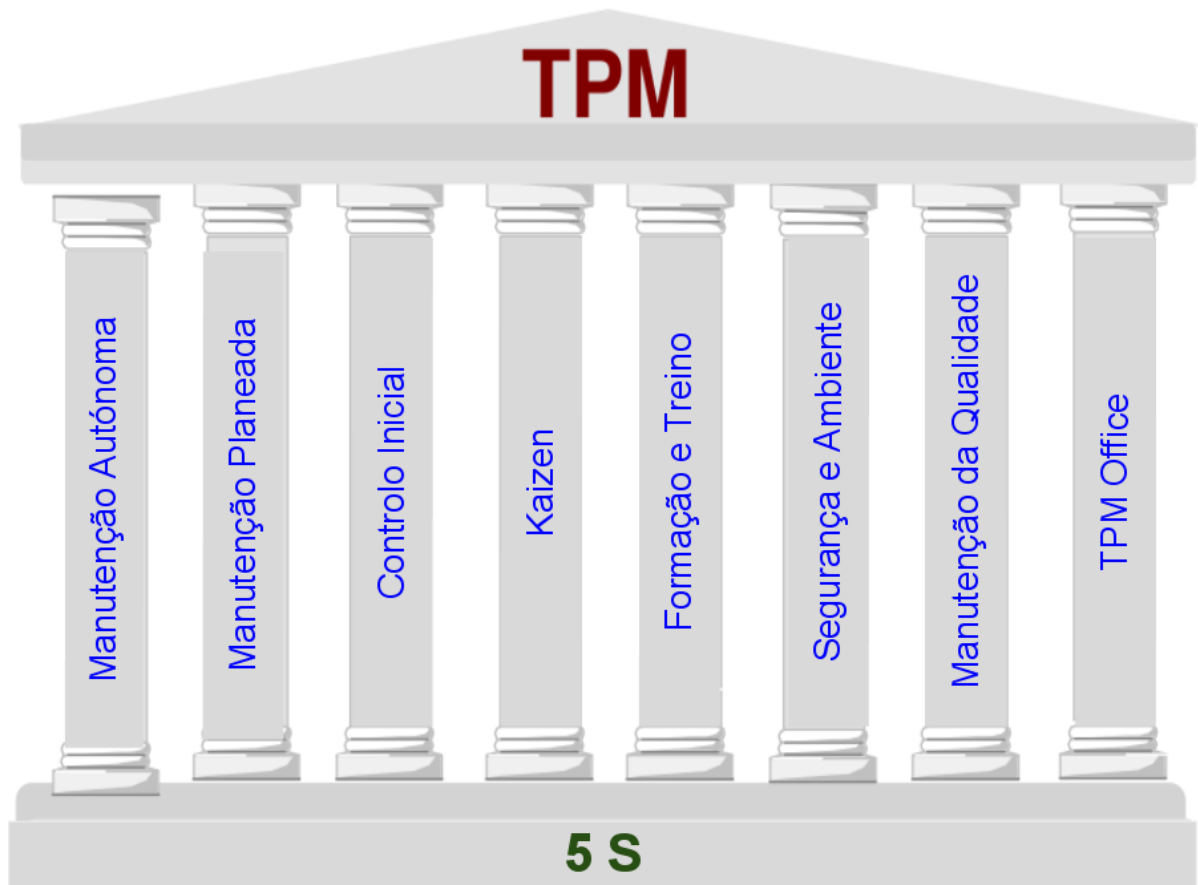


Figura 2.1: Os oito pilares de sustentação do desenvolvimento do TPM. Adaptado de (1).

### 2.5.1 1º Pilar: Manutenção Autônoma (MA)

A MA consiste nas actividades que envolvem os operadores na manutenção dos seus próprios equipamentos, independentemente da interferência do departamento de manutenção. A filosofia da MA consiste na quebra de barreiras entre as funções de operação e manutenção. A expressão "da minha máquina cuido eu" é a filosofia da MA. A MA é uma das actividades mais particulares do TPM. Após a MP ter sido introduzida no Japão, a operação e a manutenção foram formalmente separados. À medida que os operadores deixaram de ter os equipamentos ao seu cuidado, eles gradualmente perderam o sentido de responsabilidade de os manter. No entanto a MA introduzida no TPM, reverteu esta tendência. Os operadores começaram a ficar envolvidos na rotina da manutenção e nas actividades de melhoria.



As actividades da MA são implementadas por fases e são apenas eficazes se a progressão de um passo para o outro for estritamente controlado.

Neste pilar aplica-se o programa dos cinco S's. Este é baseado em palavras japonesas que começam com S:

1. Seiri cujo significado significa seleccionar/separar (organização)
2. Seiton que significa situar/localizar (ordenar)
3. Seiso que significa suprimir sujidade (limpar)
4. Seiketetsu cujo significado é padronizar
5. Shitsuke cujo significado é sistematizar regras/procedimentos (método/ordem)

O conceito de 5'S foca o local de trabalho - organização, simplificação e "standardização" de processos. Por redução de tempos perdidos e da desordem no local de trabalho, aumenta a eficiência dos processos bem como a sua segurança.

Um factor decisivo para o desenvolvimento de um programa de MA é uma integração com as outras actividades fundamentais do TPM: Kaizen, Qualidade e ainda Formação e Treino.

### **Objectivos da MA**

A missão do departamento de produção é produzir bons produtos (produtos com a qualidade acordada ao mais baixo custo, respeitando a segurança e o ambiente). Um dos pontos mais importantes é detectar e lidar com anomalias do equipamento prontamente, que é o objectivo da boa manutenção. A MA inclui qualquer actividade que é desempenhada pelo departamento de produção, com a intenção de manter a parte operacional da fábrica eficiente e estável, de forma a atingir os planos de produção(9).

Os quatro principais objectivos do programa de MA que seguidamente se explicitam levam à melhoria da qualidade:

- i) Prever a deterioração do equipamento através da execução da operação correcta e verificações diárias. O TPM permite que as equipas de produção e manutenção unam esforços de forma a estabilizar condições e deterioração de equipamentos.
- ii) Transformar o equipamento na sua condição ideal, através de uma operação correcta e verificações diárias. O desenvolvimento e partilha de responsabilidade para as tarefas críticas diárias de manutenção, a equipa técnica de manutenção e de produção, é capaz de melhorar a eficiência global do equipamento. Através da MA, os operadores podem aprender a realizar tarefas importantes, no dia-a-dia, que as pessoas responsáveis pela manutenção carecem de tempo para as executar. Estas pequenas actividades incluem Limpeza, Inspeção e Lubrificação (LIL). Como já foi referido anteriormente, estas actividades são executadas segundo a filosofia dos 5 S's. Após essas tarefas serem executadas pelos operadores, a equipa de manutenção pode concentrar-se no desenvolvimento e execução de outros planos de manutenção pró-activa.
- iii) Estabelecer a condição básica necessária para manter a condição do equipamento com a correcta manutenção. O TPM é projectado para ajudar os operadores em saber mais sobre o funcionamento do equipamento, quais os problemas comuns que podem ocorrer e porque surgem, e como esses problemas pode ser prevenidos através da detecção precoce e tratamento de condições anormais. Este *cross-training* permite aos operadores a possibilidade de manterem os equipamentos e resolver muitos problemas de equipamentos básicos.
- iv) Utilização do equipamento como um meio de ensinar as pessoas novos métodos de trabalho. O programa TPM promove um envolvimento do operador através da sua preparação, para tornar-se parceiro activo com as equipas técnicas de projecto e engenharia, na melhoria do desempenho global dos equipamentos.

Para alcançar os objectivos da MA deve existir envolvimento das equipas de produção e pessoal de manutenção, em actividades diárias para manter a condição dos equipamen-

tos e a troca de conhecimento para melhorar as capacidades do operador, e participação dos operadores no processo de manutenção(12).

Existem sete etapas de implementação da MA. As sete etapas consistem em:

- Limpeza inicial
- Identificação de locais de difícil acesso e fontes de sujidade.
- Elaboração de Standards provisórios de limpeza, inspecção e lubrificação.
- Inspecção Geral
- Inspecção Autónoma
- Standardização
- Gestão Autónoma

As últimas quatro etapas serão explicadas em pormenor (ver Anexo I), das quais a Knorr tem as três primeiras já desenvolvidas e implementadas. As três primeiras etapas estão desenvolvidas nas tabelas 2.1, 2.2 e 2.3.

### **2.5.2 2º Pilar: Manutenção Planeada (MPI)**

Este pilar permite dar à MA suporte, treino e conhecimentos que permitam a prevenção de avarias, actuar directamente nas tarefas de MPI, fazer uma correcta gestão de material sobressalente e manter um sistema que permita acompanhar, reduzir custos de Manutenção e custos associados à produção de produto sem defeito.

A falha de um equipamento é a situação na qual este se torna incapaz, total ou parcialmente, de desempenhar uma ou mais funções para qual foi projectado e construído. As causas das falhas podem ser (9):

- falta de resistência: proveniente de uma deficiência de projecto, especificação inadequada do material, deficiência no fabrico ou montagem;

- uso inadequado: exposição do equipamento a esforços e condições de uso acima da resistência especificada em projecto;
- manutenção inadequada: medidas inadequadas ou ausência de acções de manutenção para evitar a deterioração.

Para reduzir o número de falhas e manter o equipamento nas suas condições ideais é necessário a criação de uma equipa dedicada à MPI com o objectivo de aumentar a eficiência dos equipamentos, produzindo produtos livres de defeitos em relação à total satisfação do cliente.

A gestão da manutenção subdivide-se em quatro “famílias” ou grupos:

- Manutenção Preventiva
- Manutenção em caso de avaria
- Manutenção Correctiva
- Prevenção de manutenção

A manutenção em caso de avaria está definida como sendo a manutenção em que máquina é assistida apenas em caso de avaria. No caso desta manutenção espera-se até o equipamento avariar, e só depois se procede à sua reparação. É utilizada quando a falha não afecta a operação ou a produção, nem gera qualquer tipo de perdas financeiras em relação a custos de reparação. O objectivo da manutenção correctiva é melhorar o equipamento e os seus componentes de forma a que a MPI possa ser efectiva. Esse tipo de manutenção correctiva é também denominado manutenção por melhorias (baseado no pilar Kaizen). O conceito de prevenção da manutenção tem como principal objectivo desenvolver o equipamento desde a sua concepção, de forma a torná-lo livre de manutenção.

Com o pilar da MPI pretende-se uma evolução dos esforços/recursos de uma fábrica. Pretende-se também alcançar uma evolução de postura e mentalidade; de uma postura

reactiva para utilização de uma atitude pró-activa. Para isso, é necessário que os funcionários responsáveis pela manutenção tenham esse facto em consideração pensando no objectivo de aumentarem a performance dos equipamentos.

A política da MPI é a seguinte:

- Alcançar e manter a disponibilidade das máquinas
- Obter um baixo custo de manutenção
- Reduzir a quantidade de equipamento em armazém.
- Melhorar a eficácia e facilidade de manutenção de máquinas.
- Prevenir a deterioração através da protecção da degradação acelerada e realização de manutenção de rotina (lubrificação, limpeza, inspecção etc)
- Medir o nível de deterioração (a deterioração natural leva ao estado de falha, havendo a necessidade de medir o grau de deterioração, que é efectuado por inspecção, inspecção periódica, de ajuste, testes, técnicas de diagnóstico).
- Restaurar Deterioração (Inclui a substituição regular, manutenção, inspecção regular, e mesmo revisão, requer habilidade técnica e tempo)

Como grandes objectivos deste pilar temos:

- Atingir as zero falhas
- Melhorar a eficiência e facilidade de manutenção em 50%
- Reduzir o custo de manutenção em 20%
- Garantir a disponibilidade de peças do equipamento o tempo todo

Como cada vez mais tarefas são transferidas para os operadores, através da MA, a equipa técnica tem uma abordagem mais pró-activa, sendo capaz de desenvolver um planeamento disciplinado para as tarefas de manutenção, tais como a reparação/substituição de peças.

Por norma, o departamento de planeamento tem boas informações/sistemas de rastreabilidade que lhes permitem capturar os dados do processo, recolher e divulgar dados para operadores e identificar as tendências ou problemas com equipamentos.

Os técnicos de manutenção estão responsabilizados para completar as tarefas de manutenção dentro de um prazo previsto apesar de ser necessário cumprir as necessidades de produção.

As seis etapas de implementação da MPI são as seguintes:

- Avaliação de equipamentos e compreensão do status actual.
- Restaurar a deterioração e corrigir as fraquezas do equipamento.
- Construção de um sistema de gestão da informação.
- Construção de um sistema de manutenção periódica
- Construção de um sistema de manutenção predictiva
- Avaliação do sistema de manutenção planeada

### **2.5.3 3º Pilar: Controlo inicial**

O objectivo destas actividades é garantir o melhor desempenho do equipamento, de forma rápida e económica, criando feedback aos fornecedores. O controlo inicial diz respeito aos utilizadores do equipamento, companhias de engenharia, fabricantes de equipamento e envolve as seguintes áreas:

- Plano de investimento de equipamento

- Design do Processo
- Design de equipamento, fabrico e construção
- Teste de operações
- Gestão do Arranque

O conceito básico deste pilar é projectar um equipamento desde a concepção até a conclusão no mais curto espaço de tempo, que vai produzir produtos com a qualidade pretendida. Neste terceiro pilar é necessário envolver os departamentos de gestão, engenharia, qualidade, pessoal de manutenção e de produção, para atingir as metas da equipa. Alguns outros benefícios incluem a melhoria da segurança, fiabilidade, facilidade de manutenção, operacionalidade e dos equipamentos na planta do mesmo tempo. O controlo inicial um método controlado, para desenhar um novo equipamento e melhorar o design do equipamento existente. Consiste num conjunto de actividades que permitem reduzir o tempo entre o desenvolvimento inicial de um produto ou processo até à produção.

#### 2.5.4 4º Pilar: Kaizen

A palavra Kaizen, em Japonês, significa "mudança para melhor". Este pilar representa todas as pequenas mudanças que são instituídas de forma contínua. Este pilar contém a seguinte filosofia: mais vale um conjunto de melhorias mais eficaz, num ambiente organizado, do que poucas melhorias com grande investimento, que não dão resultado prático. Inclui todas as actividades que maximizam a eficiência global do equipamento, processos e qualidade. Este pilar tem o objectivo de reduzir as perdas no local de trabalho, que afectam as eficiências e os custos. Tem como alvo alcançar e sustentar as zero perdas que se relacionem com pequenas paragens, medições e ajustamentos, defeitos e tempos de produção baixos evitáveis. Também apresenta o objectivo de se conseguir reduzir 30 % de custos de produção e de não qualidade. Utiliza várias ferramentas de análise.

### 2.5.5 5º Pilar: Formação e Treino

Para as empresas a equipa de trabalho é crucial para o bom funcionamento desta, por isso o aumento das suas competências é bastante relevante. As Indústrias de Processo estão a tornar-se, hoje em dia, cada vez mais complexas e exigentes. O pessoal é cada vez mais qualificado, com capacidades multidisciplinares, desta forma o treino e formação devem ser os adequados a tais níveis de competência. Este pilar engloba todas as actividades que permitam o desenvolvimento de todos os colaboradores:

- Identificação de competências necessárias
- Formação nas áreas necessárias
- Formação em sala
- Formação "on the Job"

### 2.5.6 6º Pilar: Segurança e Ambiente

Assegurar a segurança e prevenir impactos ambientais adversos são pontos importantes nas indústrias de processos. Estudos operacionais combinados com a prevenção de acidentes e análises de risco são caminhos efectivos de tratamento dessas questões. A segurança é bastante promovida nas actividades TPM. Por exemplo, é bastante importante instalar mecanismos de segurança caso haja falha num equipamento. Quando se concebe o design de um equipamento deve-se ter em conta que este permanece seguro para os operadores, mesmo quando estes não tomam as medidas de precaução/segurança adequadas. Resumindo, este pilar desenvolve um conjunto de actividades focando a segurança e saúde ocupacional de todos os colaboradores, inclui o conceito de respeito pelo Ambiente em todas as actividades realizadas e desenvolve actividades com as equipas da MA.



### 2.5.7 7º Pilar: Manutenção da Qualidade

Seleccionando as perspectivas dos principais nomes associados à qualidade, encontramos Crosby (13) que a define como conformidade com os requisitos ou especificações e Juran (14) que vê a qualidade como adequação ao uso.

Feigenbaum (15) define-a como valor para o cliente, enquanto Peters e Waterman, citados em Wilkinson (16), como excelência.

A qualidade é definida, na norma **ISO 9000**, como um conjunto de propriedades e características de um produto, processo ou serviço, que lhe fornecem a capacidade de satisfazer as necessidades explícitas ou implícitas.

O termo "Manutenção da Qualidade" (MQ) foi utilizado pela primeira vez por uma empresa de engenharia japonesa chamada Nachi-Fujikoshi, que ganhou um prémio TPM em 1984. Esta empresa decidiu que precisava mudar sua abordagem para a qualidade pois não estava no caminho mais assertivo para o seu propósito. Para o pilar da MQ, existe um novo foco e uma nova forma de abordar o tema qualidade. Este pilar foca-se em eliminar as não conformidades dos produtos causadas pelos equipamentos. A técnica é compreender que partes do equipamento afectam a qualidade do produto e começar por eliminar os problemas conhecidos (atitude reactiva), por forma a posteriormente estudar e actuar sobre os problemas potenciais (atitude pró-activa). A MQ é um método para construir em qualidade e prevenir defeitos de qualidade através do processo e do equipamento. Na MQ, a variabilidade das características de qualidade num produto é controlada através do controlo dos componentes do equipamento que o afectam. As características de qualidade são influenciadas sobretudo por 4 inputs de produção: **equipamento, materiais, acções (competências) das pessoas e os métodos utilizados**. O primeiro passo na MQ é clarificar as relações entre esses factores e as características de qualidade desses produtos, analisando as causas dos defeitos de qualidade. Nas indústrias de processos, o efeito do equipamento nas características de qualidade é particularmente importante. Este pilar reúne actividades que estabelecem condições do equipamento por forma a produzirem produtos com "Zero Defeitos"; ac-

tividades de monitorização das condições estabelecidas por forma a prevenir a ocorrência de defeitos de qualidade e actividades desenvolvidas com as equipas TPM.

Os principais objectivos deste pilar são:

- Criar uma mentalidade "Zero Defeitos"
- Criar equipamentos e processos que permitam produzir produtos isentos de defeitos (alcançar os "Zero Defeitos").
- Apoiar a Garantia da Qualidade
- Criar equipamentos à prova de erros (instalar *poka-yokes*)
- Reduzir os custos da qualidade
- Tornar visível os custos os custos da não qualidade
- maior integração entre os pilares do TPM
- Tornar cada pessoa responsável pela Qualidade

Na Figura 2.2 está representada esquematicamente a relação entre a variabilidade do processo e suas consequências e a manutenção da qualidade. Na primeira fase, quando o controlo de qualidade é ineficiente, os defeitos podem acontecer já quando o produto está no mercado. A imagem da empresa está ameaçada, podendo levar a reclamações e até retirada do produto.

O controlo de qualidade existe numa perspectiva de regime de inspecção, ou seja, o produto acabado é inspeccionado já após sua produção. Resulta numa inspecção a jusante de todo o processo de fabrico.

O papel da Garantia de Qualidade (QA, do Inglês *Quality Assurance*) já é diferente. A QA tem o papel de garantir a total satisfação do consumidor. A manutenção de QA actua como gestor da variabilidade do processo produtivo. Os defeitos de qualidade

aparecem por causa da falta de conhecimento das condições ideais no processo produtivo e da sua capacidade.

Na segunda fase, o controlo de qualidade e garantia da qualidade são eficientes e focados em controlo preventivo. As acções buscam bloquear a saída de defeitos para o mercado.

Na terceira fase, a QA foca-se já em controlos preventivos e gestão da variabilidade do processo, iniciando já o conceito de prevenção do desvio de qualidade. Procura também melhorar e localizar onde estão as origens dos problemas de qualidade, isto é, melhorar os seu conhecimento relacionado com os 4 M's (material, máquinas, método e mão de obra) e quais os factores que estão correlacionados com a variabilidade do processo.

Na quarta fase as condições para atingir os "Zero Defeitos" já são conhecidas e definidas. A prevenção dos defeitos de qualidade é realizado pela manutenção dessas condições, dentro dos padrões limites. Tornam-se medições realizadas, através de inspecções, em séries de tempo. É possível, deste modo, avançar com medidas preventivas e com atitudes pró-activas. Quanto mais a montante do processo se tomarem medidas de prevenção, maior é o conhecimento do processo de fabrico e, conseqüentemente, maior é a possibilidade de evitar que a variabilidade do processo ocorra.

A Figura 2.3 retrata, de forma esquemática, o progresso e benefícios da implementação do pilar da manutenção da qualidade. Está ainda representado graficamente que ao serem tomadas medidas preventivas, através da introdução de ferramentas da manutenção da qualidade no local de fabrico, aumentando-se o nível de conhecimento das condições ideais do processo produtivo e a sua capacidade, o que leva a uma redução dos custos de qualidade e a um maior nível de conhecimento.

### 2.5.8 8º Pilar: TPM Office

Os serviços administrativos e de suporte constituem um papel importante no suporte das actividades de produção. A Qualidade e a informação atempada pelos serviços

administrativos têm um impacto maior nessas actividades. Actividades que identificam e eliminam perdas de forma a acelerar o processo administrativo e de resposta à produção. Utiliza ferramentas comuns a outros pilares.

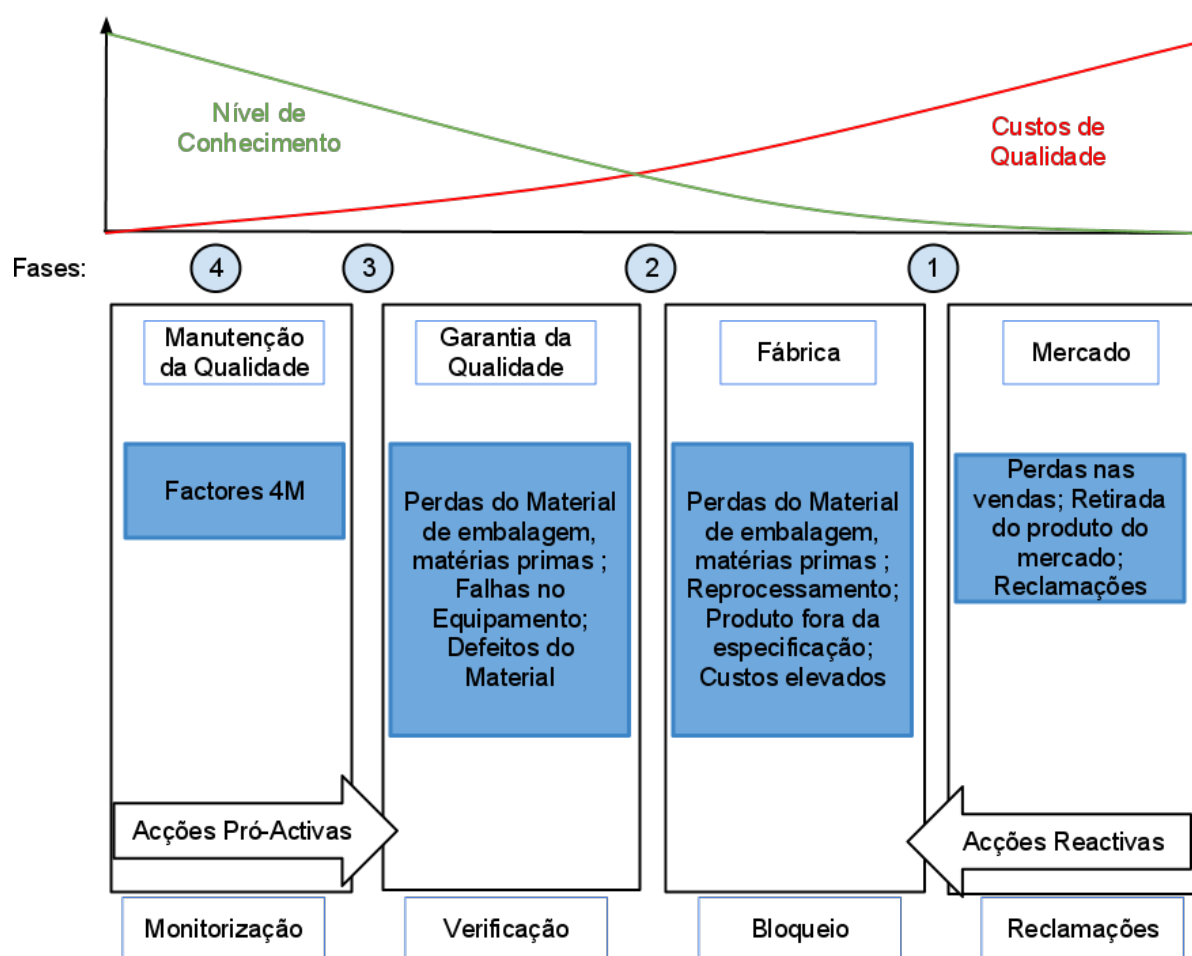


Figura 2.2: Variabilidade do Processo e Relação com a MQ. Adaptado de (2).

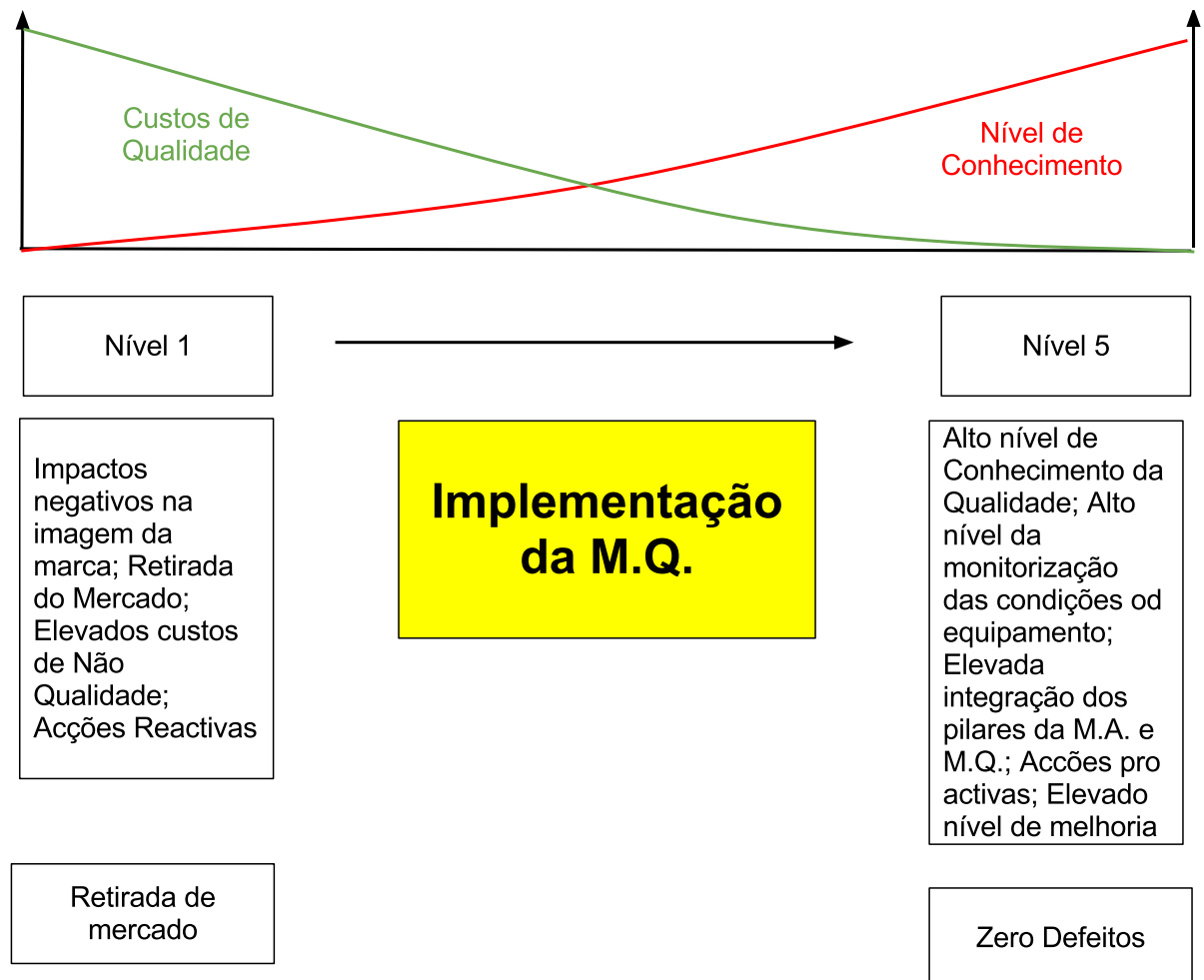


Figura 2.3: Benefícios da implementação do pilar da MQ. Adaptado de (2).

Objectivo	Principais Actividades
Limpeza inicial	<ul style="list-style-type: none"><li>• Eliminar o pó e sujidade maior das componentes principais do equipamento</li><li>• Expor irregularidades como defeitos</li><li>• Fontes de Sujidade</li><li>• Locais de acesso</li><li>• Fontes que possam provocar defeitos de qualidade</li></ul>

Tabela 2.1: Primeira etapa para implementação da manutenção autónoma

Objectivo	Principais Actividades
Identificação de locais de difícil acesso e fontes de sujidade	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consolidação do nível atingido com a etapa anterior</li> <li>• Definição de Matriz de fontes de sujidade e respectivo plano de acção</li> <li>• Definição de Matriz de locais de difícil acesso e respectivo plano de acção</li> <li>• Utilização da ferramentas de análise, para eliminação de locais de difícil acesso e fontes de sujidade</li> <li>• Ferramentas de análise para eliminação de fugas (produto, lubrificantes e/ou fluidos de processo)</li> <li>• Criação de arquivo de actividades</li> <li>• Listagem de pontos a lubrificar</li> <li>• Introdução do controlo visual para pontos de inspecção, lubrificação e limpeza</li> </ul>

Tabela 2.2: Segunda etapa para implementação da manutenção autónoma



Objectivo	Principais Actividades
Elaboração de padrões provisórios de limpeza, inspecção e lubrificação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consolidação do nível atingido nas etapas anteriores</li> <li>• Listagem de equipamentos que necessitam padrões</li> <li>• Definição do método, as ferramentas, o tempo e a periodicidade para se assegurar a limpeza, a inspecção</li> <li>• Identificação dos pontos de lubrificação</li> <li>• Definição do tipo, quantidades, método e periodicidade de lubrificação</li> <li>• Criação de stock de lubrificantes</li> <li>• Controlo visual - elementos de medição visíveis (manómetros, termómetros)</li> <li>• Elaboração de listas de verificação para garantir cumprimento dos padrões</li> <li>• Controlo visual - marcação de bandas de trabalho (manómetros)</li> <li>• Elaboração de matrizes de mudanças (settings, ferramentas, métodos, equipamentos)</li> <li>• Realização de algumas tarefas de inspecção de forma autónoma</li> <li>• Utilização de ferramentas de análise para redução de tempo de limpeza, inspecção e lubrificação</li> <li>• Os padrões de limpeza, inspecção e lubrificação devem ser seguidos no quadro de actividades</li> <li>• Devem ser evidentes melhorias de performance da linha/área - KPI's (<i>Key Performance Indicators</i>)</li> </ul>

Tabela 2.3: Terceira etapa para implementação da manutenção autónoma



# 3

## Descrição da Empresa

O TPM foi introduzido na ULJM, no ano 2000, com os principais objectivos de aumentar a OEE, bem como o atingir da redução dos custos e das perdas na fábrica.

Neste capítulo faz-se uma descrição da empresa bem como do processo produtivo dos caldos alimentares. Fala-se também abreviadamente acerca do que é a melhoria específica, por forma a dar seguimento e enquadramento ao propósito desta dissertação.

### 3.1 Descrição da Empresa

Em 1838, Carl Heirich Knorr teve a ideia de secar vegetais com o intuito de manter o seu sabor, valor nutricional e reduzir o seu tempo de cozedura, inaugurando a primeira fábrica com o seu nome, em Heilbronn, na Alemanha. Em 1885, com a industrialização, a fábrica expandiu-se para a Áustria e Suíça, iniciando o desenvolvimento de sopas desidratadas.

Ainda no século XIX, a Knorr lança novos produtos como a primeira mistura de molhos e o caldo de carne. No século seguinte iniciaram-se as exportações para Portugal, onde acaba por estabelecer negócio com um futuro parceiro português de forma a impulsionar os seus negócios.

Nos anos seguintes a empresa expande-se rapidamente por todo o mundo e, em 2000, os produtos Knorr já são vendidos em 87 países. O grupo Unilever, nesse mesmo ano, adquire a Bestfoods, pelo que a empresa portuguesa da Knorr (*Knorr Bestfoods Portugal*) é redenominada de *Unilever Bestfoods Portugal*.

Em Dezembro de 2004, a Unilever e a Jerónimo Martins estabelecem um acordo,

visando a integração da *Unilever Bestfoods Portugal* na FIMA S.A., a qual passa a ser constituída pela fábrica de margarinas e pela fábrica de caldos.

Em 2005, as instalações fabris da Knorr no Carregado, são transferidas para Santa Iria de Azóia, a 20 KM de Lisboa, nas instalações da FIMA S.A., onde se encontra hoje a produção da marca Knorr em Portugal. Nestas instalações são produzidos maioritariamente caldos alimentares tanto para Portugal como para a Europa, bem como para Marrocos.

Em Janeiro de 2007, as empresas FIMA, Lever e Olá são fundidas numa só companhia, a Unilever Jerónimo Martins, Lda.

A marca Knorr é actualmente líder na grande parte das categorias em que opera, em particular Caldos e Sopas Desidratadas e Líquidas, sendo os seus best sellers o Caldo de Galinha, Caldo de Carne, Sopa de Cebola, Canja de Galinha e Sopa de Marisco.

### 3.1.1 Política e Estratégia Comercial

O grupo ULJM, do qual faz parte a fábrica portuguesa da Knorr, encontra-se integrado numa multinacional, a Unilever, que produz e comercializa produtos de grande consumo, do Inglês, *Fast Moving Consumer Goods* (FMCG).

No que diz respeito à comercialização dos produtos para consumo em Portugal, estes são da responsabilidade da empresa *marketing Sales Organisation* da ULJM. A venda dos mesmos subdivide-se caso estes sejam produtos *in home*, i.e., para consumo em casa, ou *out of home*, i.e., no âmbito da restauração e hotelaria. No primeiro caso, as vendas são feitas através de relações comerciais por exemplo com a Sonae, Recheio, Jerónimo Martins Distribuição, etc.; por sua vez, no segundo caso, as vendas são feitas através de concessionários ou grossistas.

Relativamente à comercialização de produtos produzidos em Portugal para venda em países onde a multinacional tenha actividade, esta é feita através de empresas afiliadas, responsáveis pelas vendas no exterior.

De forma a aferir quais os segmentos de mercado com maior potencial de venda são efectuadas análises de mercado com base em bases de dados disponíveis, as quais disponibilizam informações relativamente às necessidades e à procura do mercado.

### 3.1.2 Sistemas de Gestão

Esta empresa encontra-se certificada segundo as normas internacionais **ISO 9001:2008**, **ISO 14001:2004** e *British Retail Consortium*)**BRC**, tem implementado o sistema de segurança alimentar de Análise dos Perigos e Controlo dos Pontos Críticos do Processo (HACCP, do Inglês (*Hazard Analysis and Critical Control Points*) de acordo com a legislação vigente – **Reg (CE) n.º 852/2004** e encontra-se com um sistema de TPM implementado.

As normas de gestão **ISO 9001** – Gestão da Qualidade, – e a **ISO 14001** – Gestão Ambiental – e a **BRC** podem ser inseridas num sistema integrado de gestão.

Por sua vez, o sistema HACCP implementado nesta unidade fabril, consiste numa análise de perigos e da probabilidade da sua ocorrência ao longo do processo de fabrico até à chegada ao consumidor, e tem como principal objectivo prevenir a ocorrência de acidentes relacionados com a segurança alimentar, identificando os perigos específicos, definindo as medidas preventivas e estabelecendo o controlo dos pontos críticos do processo.

Para além dos sistemas de gestão e de segurança alimentar anteriormente referidos, a Knorr funciona ainda com um sistema de TPM.

O objectivo da gestão ambiental é assegurar que os aspectos ambientais são identificados e avaliados com fim de controlar e minimizar os impactos ambientais, bem como o cumprimento dos requisitos legais aplicáveis.

Através de requisitos ambientais, legislação e requisitos internos identificam-se os aspectos ambientais tais como derrames, incêndios, explosões, inundações, consumo de água e consumo de energia. O estudo do impacto ambiental é de extrema importância

para uma indústria desta natureza. Após a sua avaliação, é feita uma classificação para cada aspecto, sendo os mais significativos aqueles para os quais se irão definir objectivos/programas ambientais, para que dessa maneira se consiga controlar, monitorizar e actuar. Deste modo os processos são controlados e os impactos minimizados.

## 3.2 Processo de Fabrico

### 3.2.1 Circuito Principal de Produção

A fábrica da Knorr em Santa Iria de Azóia está especializada na produção de caldos. Existe uma grande variedade deste produto, devido aos ingredientes utilizados, para além de que se pode apresentar no mercado sob diversas formas de embalagem. É ainda de referir que estes podem estar na forma de pasta ou de pó, sendo que a maior produção consiste no caldo em pasta.

#### **matérias-Primas/ Ingredientes**

A produção de caldos tem uma grande variedade de ingredientes pelo que podemos classificá-los do seguinte modo:

- Pulvurentos (Sal, Glutamato e Amido)
- Gorduras Vegetais Pré Cristalizadas
- Extractos e Gorduras Líquidas
- Condimentos, Especiarias e Ervas Desidratadas

As matérias primas utilizadas podem subdividir-se em alergénios e não alergénios.

#### **Layout da empresa**

As instalações da fábrica da Knorr estão divididas em dois pisos.

No *layout* da fábrica foi considerado o circuito "marcha em frente" de forma a evitar contaminações cruzadas. Deste modo, no piso inferior localiza-se: o armazém de matérias-primas e dos materiais de embalagem; as salas de pesagens; a zona de enchimento, embalagem, paletização e o armazém de produto acabado. Por sua vez, no piso superior encontram-se a sala auxiliar à mistura, sala do misturador, sala de alimentação das máquinas de embalar e sala de lavagem.

A produção de caldos tem como principais etapas as que se ilustram no fluxograma do processo presente na Figura 3.1.

### **Recepção e armazenamento das matérias-primas e materiais de embalagem**

Os materiais de embalagem e as matérias-primas são recepcionados no cais de mercadorias e posteriormente armazenados no Armazém de matérias-Primas e materiais de Embalagem (AMPME).

Com base na sua classificação (matérias-Primas com alergénios e não alergénios), estas são armazenadas em salas devidamente separadas, de forma a evitar contaminações cruzadas. Existem também matérias-primas que necessitam de ser armazenadas sob condições de refrigeração, sendo por isso colocadas num outro armazém ( $T=10^{\circ}\text{C}$ ), de acordo com as suas características.

O Armazém de matérias-Primas e materiais de Embalagem (AMPME), de acordo com o plano diário de produção, envia para as zonas anexas às salas de pesagem, as paletes com as matérias-primas necessárias para esse dia.

### **Salas de Pesagens**

Existem duas salas de pesagens, a sala de pesagem dos ingredientes não alergénios e a sala de pesagem dos ingredientes alergénios, nas quais se procede à pesagem manual dos ingredientes menores. A pesagem é feita seguindo uma receita (Folha de Pesagem) onde se encontram identificados todos os ingredientes bem como as suas quantidades. As matérias-primas são pesadas para carros de inox, podendo uma mistura ter mais do que um carro. Este processo inicia-se na sala de pesagem dos não alergénios e é

concluída na sala de pesagem dos alergénios. Nesta última, podem ainda ser pesados para um recipiente próprio aromas e extractos líquidos, com uma pequena representação na receita total. Os carros são em seguida enviados para o piso superior, através de um elevador.

### **Processo de Mistura**

#### **Zona auxiliar da Sala de mistura**

Na zona auxiliar ao misturador é feita a recepção dos carros de inox que contêm as misturas, onde aguardam para serem em seguida processadas.

#### **Zona dos silos exteriores**

No exterior do edifício encontram-se dois silos, um para sal e outro para glutamato, abastecidos por cisternas, que posteriormente alimentam os silos interiores.

#### **Zona dos silos interiores**

Os silos interiores são dois: um para o Sal, outro para o Glutamato. Estes, são alimentados pelos silos exteriores, consoante as necessidades. Em relação ao amido, este é alimentado manualmente na sala de pesagens ou directamente no misturador.

#### **Sala do misturador**

O processo de mistura efectua-se adicionando em primeiro lugar os ingredientes sólidos e em seguida os ingredientes líquidos no misturador. Enquanto o misturador realiza a mistura procede-se à taragem dos contentores de inox que vão receber a pasta final. Quando a pasta estiver terminada devem-se ligar os moinhos existentes dentro do equipamento, que irão ajudar na descarga. Todo o processo de pesagem automática e mistura demora aproximadamente 15 minutos. É feita a descarga para os contentores de inox, os quais, depois de cheios, são pesados na balança de chão e só depois tapados com as respectivas tampas. Estes, são devidamente identificados, e é medida a temperatura da mistura final. De seguida, são retiradas duas amostras da pasta para o Controlo de Qualidade e para a Prova Organoléptica. No fim de todas estas operações, os contentores, seguem para a sala de alimentação das máquinas de embalar. Por vezes é possível



que ocorram casos de reproprocessamento, devido a um produto resultante de uma não conformidade, de testes ou em produto sobranço de finais de produção.

### **Sala de alimentação das máquinas de embalar**

Após a elaboração da mistura esta fica a repousar de 4 a 8 horas, dependendo da receita, de modo a adquirirem uma maior consistência e permitirem uma melhor cristalização da gordura, para que possa ser posteriormente embalada e adquira mais facilmente forma.

Finalizado o tempo de repouso o contentor com a mistura é acoplado à tremonha da máquina de embalar, a qual através de um parafuso sem fim, faz a alimentação da massa à máquina de embalagem, situada no piso inferior. Cabe ao operador orientar para que a tremonha a mistura deve ser descarregada, devendo obedecer à Ordem de Alimentação do Produto, onde está indicada a máquina onde vai ser embalada cada mistura. Os contentores, bem como os carros de inox, depois de vazios são devidamente lavados, higienizados e secos na Sala de lavagem. Esta etapa é muito importante para evitar contaminações microbiológicas e também contaminações cruzadas.

### **Enchimento, Embalagem e Paletização**

No piso inferior da fábrica, após ter sido alimentada, a tremonha da máquina de embalar no piso superior, é feita a recepção da mistura no interior da máquina de enchimento. A fase de enchimento e embalagem é elaborada por uma grande diversidade de equipamentos, dispostos em diferentes linhas. A fábrica da Knorr em Santa Iria de Azóia está especializada na produção de caldos. Existe uma grande variedade deste produto, devido aos ingredientes utilizados, para além de que se pode apresentar no mercado sob diversas formas de embalagem. É ainda de referir que estes podem estar na forma de pasta ou de pó, sendo que a maior produção consiste no caldo em pasta.

### 3.3 Melhoria Específica

Antes da análise da Matriz da Qualidade é necessário entender dois conceitos: o que são perdas e o que são perdas de qualidade.

Um dos principais objetivos do TPM e OEE é reduzir ou eliminar o que são chamadas seis grandes perdas, que são as causas mais comuns de perda de eficiência na produção industrial. A ligação das perdas e da eficácia no TPM, é definido em termos de qualidade do produto e da disponibilidade de equipamentos.

Inicialmente, Nakajima (10), sumarizou as seis grandes perdas como:

- Perdas por falha/avaria do equipamento
- Perdas por mudança de produto e afinações ou mudança de formato
- Perdas por pequenas paragens
- Perdas no início de produção (arranque) e perda de rendimento
- Perdas por redução da velocidade nominal de produção
- Perdas por defeitos gerados no processo

Na ULJM, consideram-se, para além das mencionadas, as seguintes perdas:

- Paragens planeadas
- Ensaios
- Limpeza
- Manutenção
- Paragens para refeições
- Falhas momentâneas de Energia

- Perdas de qualidade ou perdas por não conformidades subdivididas em:
  - **Desperdício**- consiste em produto semi-acabado, que não reúne as condições necessárias para ir para o mercado, resultando em desperdício, que pode ou não ser recuperado.
  - **Incidentes do tipo A**- produto acabado, não concordante com as especificações que já está no mercado e pode ter um potencial impacto negativo no consumidor, em termos de segurança. Obriga a procedimentos de retirada do mercado.
  - **Incidentes do tipo B**- constitui produto acabado, fora das especificações, que não põe em risco o consumidor, mas pode levar a um impacto negativo na qualidade e importância da marca.
  - **Incidentes do tipo C**- produto acabado, fora das especificações, que tem pouco impacto em termos de efeitos negativos, para a marca e para o consumidor.
  - **Incidentes do tipo D**- produto acabado que ainda está na posse da empresa, está bloqueado no sistema informático e ainda não foi para o mercado nem chegou ao consumidor. Temos como exemplos, qualquer produto que não cumpra as especificações, apresente algum dano, necessite de ser reprocessado ou não cumpra os requisitos de qualidade relevantes para o consumidor.
  - **Reclamações**- São *feedbacks* directos da parte dos consumidores que expressam a sua insatisfação acerca do produto ou serviços. Este tipo de *feedback* é uma fonte de informação valiosa na medida de implementação de actividades de melhoria nas fábricas.

O maior factor que prejudica a eficiência é a perda por avaria/ falha. Na avaria/ falha existe a do tipo "paragem de função" e a do tipo "queda de função". A avaria/falha do tipo "paragem de função" é a que é ocasionada de forma repentina e a segunda, é aquela que reduz a função do equipamento em relação ao estado original. Estas perdas

dão origem à redução da OEE, conduzindo a uma diminuição das taxas de disponibilidade, rentabilidade e qualidade. A OEE permite a medição objectiva do progresso do TPM (10). A OEE não deve ser tratada somente como uma medida operacional, mas como um indicador de melhoria de processo e do ambiente de fabrico, que procura revelar custos ocultos, permitindo visualizar todas as perdas resultantes das variabilidades existentes no equipamento e ao seu redor. Deste modo, é possível avaliar a capacidade dos equipamentos, levando em conta a influência de perdas relativas à disponibilidade, desempenho e qualidade (17).

Para obter a máxima eficácia do equipamento, é necessário fazer com que o mesmo desenvolva a sua função e capacidade ao máximo. Sob outro aspecto, se as perdas que prejudicam a eficiência forem eliminadas por completo, isto significa que a eficácia do equipamento vai aumentar.

Nakajima define que se um determinado período de tempo não existirem perdas de nenhum tipo, isto é, se o equipamento esteve sempre apto a produzir quando necessário e produziu sempre produtos sem defeitos à primeira e à velocidade máxima então diz-se que operou com 100% de OEE. Os seguintes valores são considerados como sendo ideais para o cálculo do OEE (10):

1. A taxa de disponibilidade deve estar acima de 90%; esta mede a disponibilidade do equipamento durante o tempo produtivo
2. A taxa de desempenho deve estar acima de 95%; mede a eficácia do equipamento durante o tempo planeado
3. A taxa de qualidade deve estar acima de 99%; esta taxa corresponde à diferença entre o total de unidades produzidas e o total de unidades defeituosas a dividir pelo total de unidades produzidas.

Atingindo esses limites, o resultado do OEE dos equipamentos ficará em torno de 85%, o que pode ser considerado satisfatório.

O OEE é calculado a partir da seguinte fórmula (18):

$$\text{OEE} = \text{Índice de Disponibilidade} \times \text{Índice de Desempenho Operacional} \times \text{Índice de Qualidade}$$

O cálculo do OEE depende de três factores numéricos: da disponibilidade do equipamento para produzir, da eficiência demonstrada na produção e da qualidade do produto obtido.

O factor Disponibilidade ou Índice de Tempo Operacional significa a proporção entre a operação efectiva em relação ao tempo de carga (tempo necessário para operar o equipamento) sendo apresentado na seguinte fórmula:

$$\text{Índice de tempo operacional} = \frac{\text{Tempo de carga} - \text{Tempo de paragem}}{\text{Tempo de carga}} \times 100$$

O índice ou Taxa de Desempenho Operacional é composto pelo índice de velocidade operacional e pelo índice operacional efectivo. O índice de velocidade operacional refere-se à diferença de velocidade, ou seja, é a proporção da velocidade efectiva em relação à capacidade original do equipamento (tempo de ciclo/nº de ciclos).

Por outras palavras, o índice de desempenho operacional serve para verificar se o equipamento está a operar realmente com a velocidade determinada (velocidade teórica/tempo de ciclo). Caso o equipamento esteja a operar com queda de velocidade, detecta-se o grau desta perda através da seguinte fórmula:

$$\text{Índice de velocidade operacional} = \frac{\text{Tempo de ciclo teórico}}{\text{Tempo de ciclo efectivo}} \times 100$$

Por outro lado, o Índice Operacional Efectivo serve para verificar se o equipamento está a operar numa velocidade fixa dentro de uma unidade de tempo. Isto não significa estar acima ou abaixo da velocidade teórica, mas para verificar se o equipamento, mesmo com a velocidade reduzida, está a operar com esta velocidade estável durante um longo período. Através deste índice, pode-se calcular as perdas decorrentes das pequenas paragens e dos pequenos problemas que não aparecem nos relatórios diários.

$$\text{Índice operacional efectivo} = \frac{\text{Volume de produção} \times \text{Tempo de ciclo efectivo}}{\text{Tempo de carga} - \text{Tempo de paragem}} \times 100$$

O índice de desempenho operacional pode ser calculado segundo a fórmula:

$$\begin{aligned} &\text{Índice de desempenho operacional} = \\ &\text{Índice de velocidade operacional} \times \text{Índice operacional efectivo} \times 100 \end{aligned}$$

O Índice de Qualidade refere-se à produção da quantidade efectiva de produtos aprovados em relação à quantidade total produzida (matéria-prima, material, etc.). Pode ser calculado pela seguinte fórmula:

$$\text{Índice de Qualidade} = \frac{\text{Quantidade total produzida} - \text{Quantidade com defeito}}{\text{Quantidade total produzida}} \times 100$$

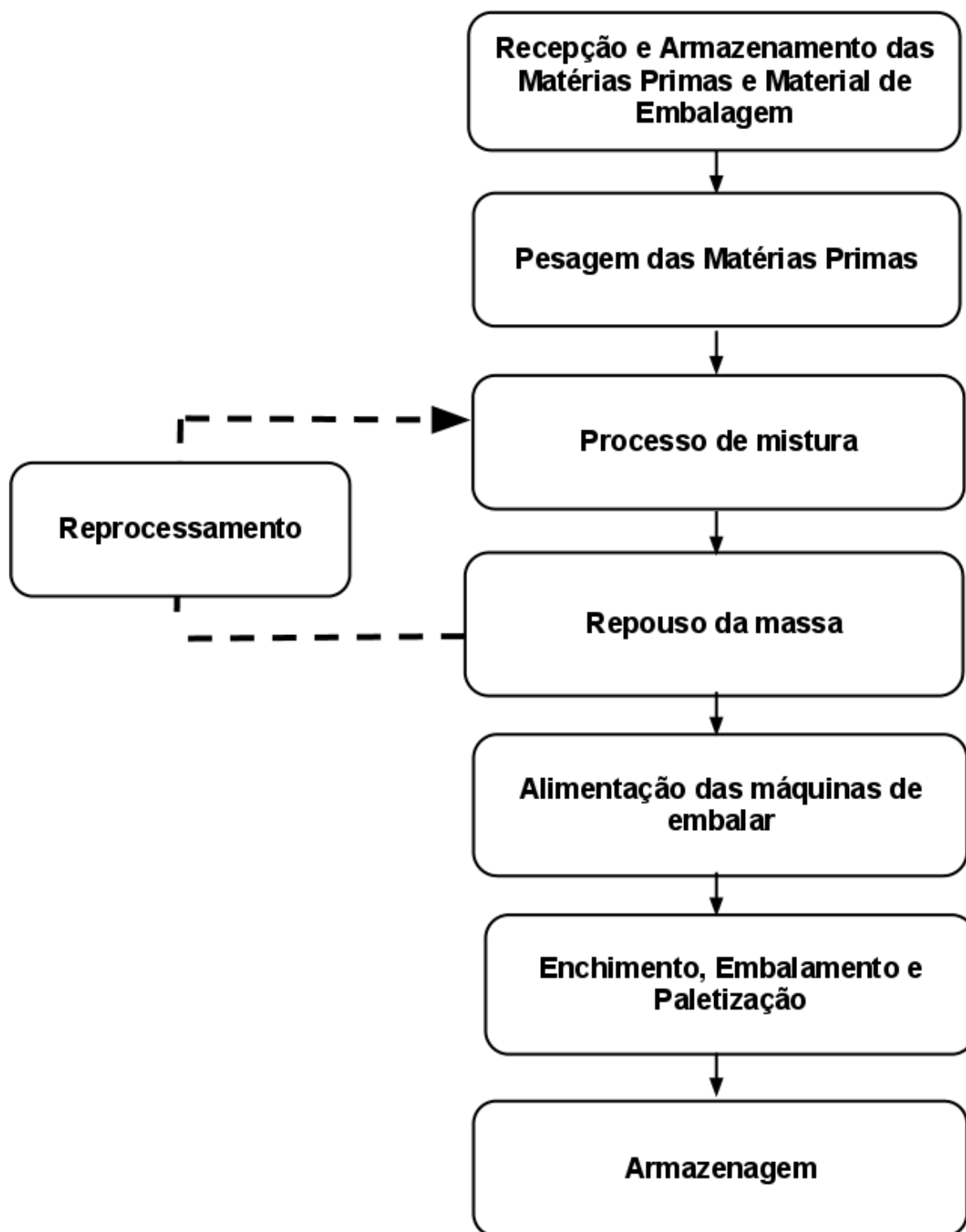


Figura 3.1: Fluxograma geral do processo de fabricação dos caldos alimentares.





# 4 Desenvolvimento da Matriz da Qualidade

*Não há nada mais insano do que fazer as coisas da mesma maneira e esperar que os resultados sejam diferentes. – Albert Einstein*

A frase citada no início deste capítulo faz todo o sentido, relacionado com o tema Qualidade. Também a companhia ULJM está atenta a novas ideias de como abordar o tema da Qualidade.

Apesar da companhia estar empenhada e fazer o melhor para que os produtos produzidos nas suas instalações fabris tenham qualidade, os "Zero Defeitos" nunca podem ser atingidos actuando apenas após os problemas de qualidade terem acontecido. Por isso, para atingir os "Zero Defeitos", não se deve controlar apenas a qualidade do produto, mas também as condições de equipamento que determinam essa qualidade. Este é o tipo de sistema que qualquer empresa que quer atingir "Zero Defeitos", provavelmente, terá de adoptar uma abordagem semelhante à tomada pela Nachi-Fujikoshi. Se realmente pretender criar um sistema que garante uma qualidade perfeita, deve prevenir defeitos de qualidade, de ocorrer.

O propósito desta dissertação, a construção de uma matriz da qualidade, para permitir a análise das relações entre a ocorrência do defeito e o local do equipamento onde esse defeito é gerado. Enquadra-se neste pilar do TPM e é descrito neste capítulo. A matriz da qualidade consiste num levantamento dos pontos do equipamento que poderão criar defeitos e a definição das melhorias e controlos para os evitar.

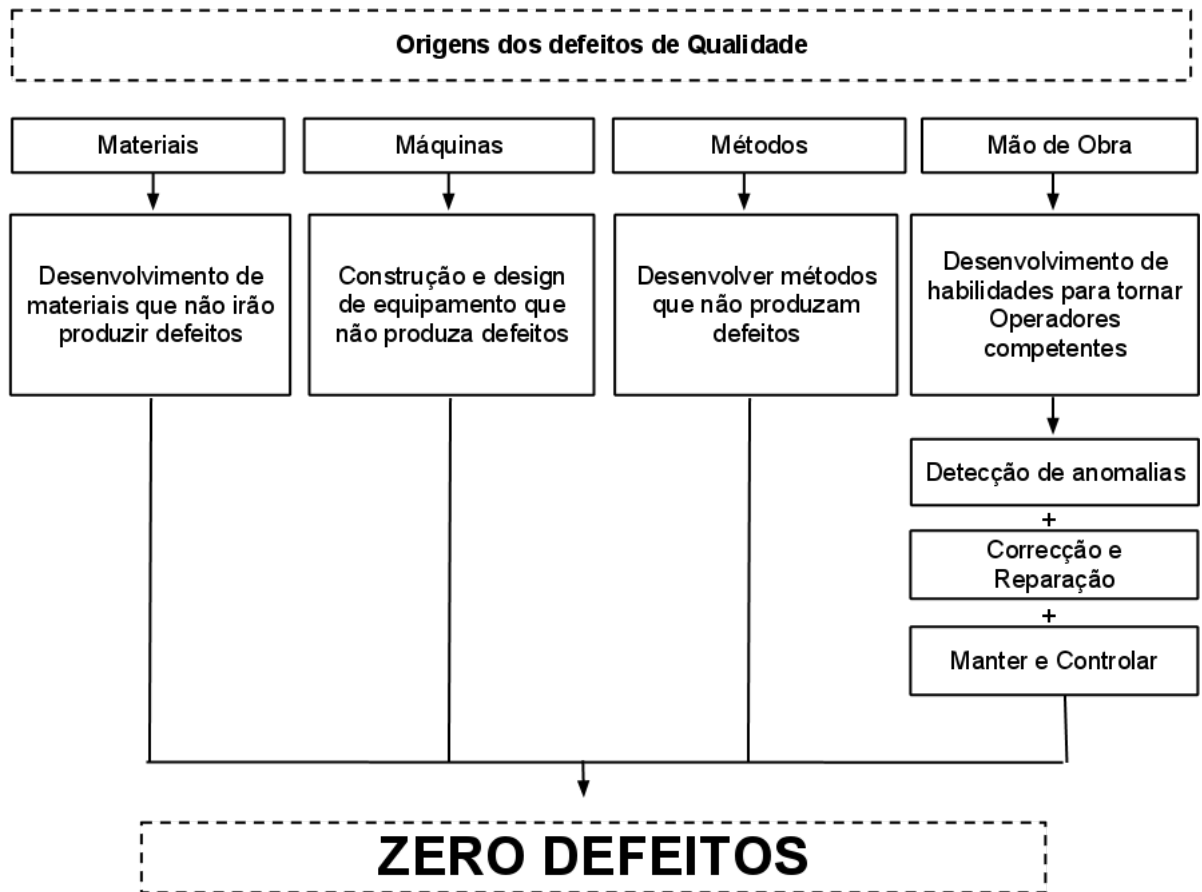


Figura 4.1: Origem dos defeitos de qualidade.

## 4.1 Origens dos Defeitos de Qualidade

Na figura 4.1, está representada as fontes dos defeitos e quais as acções a serem consideradas para se estabelecer uma política de "Zero Defeitos".

Para os problemas de qualidade decorrentes de equipamentos imprecisos ou condições de processo controladas de forma ineficaz, é necessário preservar o equipamento e criar condições para que este atinja o estado em que pode funcionar correctamente e, consequentemente, pode manter as condições de processo sem variabilidade. Para que este propósito seja atingido, é necessário identificar as relações entre as características de qualidade exigidas dos produtos e pontos de controlo do equipamento. Posteriormente, deve-se utilizar essa informação para construir os "Zero Defeitos" gerados pelo equipamento. Para manter o funcionamento do equipamento de tal forma que sempre atinge

as condições de processo exigidas, é necessário explorar exactamente quais as condições ideais dos equipamentos, que não gerem defeitos.

Os pontos de controlo ou inspecção são pontos para monitorização das condições que devem ser satisfeitas a fim de produzir produto sem defeito e estão representados na matriz da MQ por "Q".

## 4.2 Matriz da Qualidade

A matriz da qualidade correlaciona os defeitos de qualidade com as várias etapas do processo indicando o parâmetro que deve ser mantido sob controle, para não ter o defeito de qualidade. Esta matriz permite a estratificação dos defeitos com base na importância dos defeitos para o consumidor. Também se obtém uma estratificação dos processos baseada no grau de relacionamento entre os processos e os defeitos, o que permite identificar processos que, apesar de não relevantes para a qualidade exigida pelo consumidor, possuem problemas de qualidade.

Na Figura 4.5, está representada uma matriz da qualidade, onde se podem identificar zonas distintas:

1. As etapas do processo de fabrico
2. Os defeitos de qualidade com relevância para o consumidor
3. Os pontos de controlo do equipamento
4. A relação entre a qualidade e as etapas do Processo

## 4.3 Etapas para a Construção da Matriz

A construção da matriz da qualidade foi realizada em 4 etapas segundo a Figura 4.4.

A primeira etapa consistiu na análise da situação actual das reclamações da fábrica. Esta análise englobou a quantificação das reclamações se 2011 determinando-se a importância relativa através de um Diagrama de Pareto.

Na segunda etapa, efectuou-se uma análise conjunta, envolvendo uma equipa (operadores, supervisores, equipa de garantia da Qualidade, equipa TPM), de forma a definir as etapas de processo, responsáveis pelo aparecimento dos vários tipos de defeitos de qualidade.

A terceira etapa consistiu em fazer uma correlação entre estes dois factores. Após essa correlação, criaram-se pontos de inspecção e contra-medidas para que os três maiores defeitos fossem eliminados (ver esquema Figura 4.4) .

Depois dessa informação recolhida, é necessário uma selecção dos Defeitos que devem ser eliminados com prioridade. Em relação aos defeitos seleccionados, é necessário controlar as condições ideais do equipamento. É necessário, posteriormente, definir quais aspectos ou parâmetros que estão diferentes das condições ideais.

Em forma de resumo, para construir a matriz da qualidade é necessário:

- Conhecer o processo (através do fluxograma representado na Figura 3.1)
- Conhecer o equipamento (através dos operadores)
- Conhecer os defeitos (através dos registos e "*Know How*" dos operadores)
- Conhecer a relação entre defeitos – processo – equipamento

Na Figura 4.3, apresenta-se a análise as reclamações de 2011 obtidas por "feed-back" dos consumidores. Registaram-se um total de 43 reclamações relativas a 7 tipos de defeitos. Verifica-se que os defeitos "embalagem", "peso" e "codificação" correspondem a 77% do total de reclamações, revelando por isso uma chamada de atenção para o tratamento destas questões.

Devido à importância relativa das reclamações foram detalhadas as várias causas de defeitos associados a este tipo, utilizando um diagrama em árvore de três níveis: Produto Acabado, Embalagem Primária e Secundária, conforme se pode ver na Figura 4.2.

A classificação para o consumidor, a nível de importância de um defeito, foi definida através dos *Consumer Relevant Quality Standards* (CRQS), ou seja, padrões relevantes de qualidade definidos pelos próprios consumidores. Se a importância da característica de qualidade for alta (círculo vermelho), o produto será automaticamente rejeitado pelo consumidor, caso haja um defeito. Se for média (círculo amarelo), poderá levar a uma insatisfação por parte do consumidor e possível reclamação, se for baixa (círculo verde), não afecta a imagem do produto diante do consumidor.

Foi atribuída uma pontuação de acordo com a importância dos defeitos do ponto de vista do consumidor. Tal pontuação, constitui uma das entradas da Matriz de Defeitos (Importância do Defeito de Qualidade para o consumidor- 6 (Alta); Importância do Defeito de Qualidade para o consumidor- 3 (Média); Importância do Defeito de Qualidade para o consumidor- 1 (Baixa).

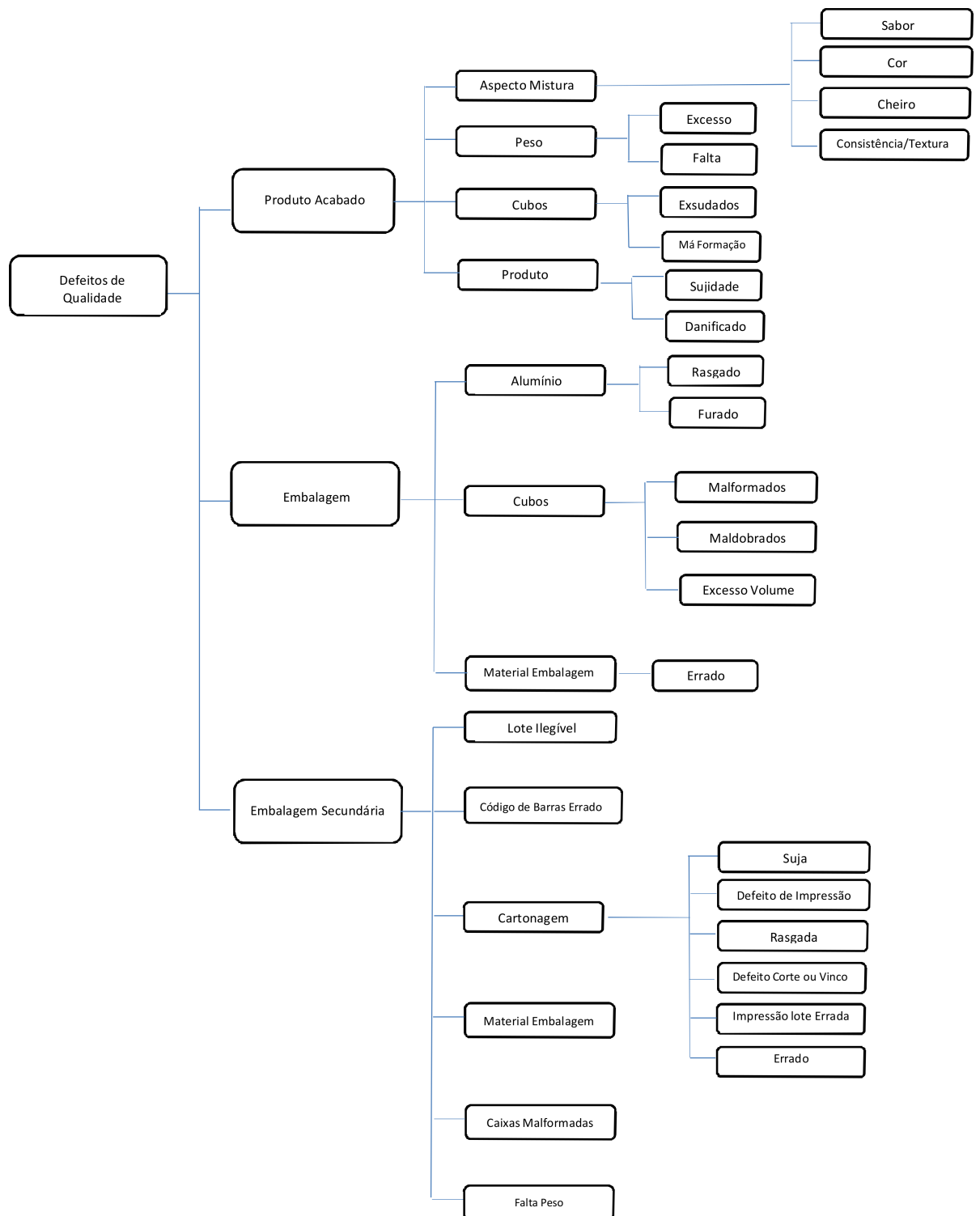


Figura 4.2: Diagrama em árvore – Defeitos de qualidade.

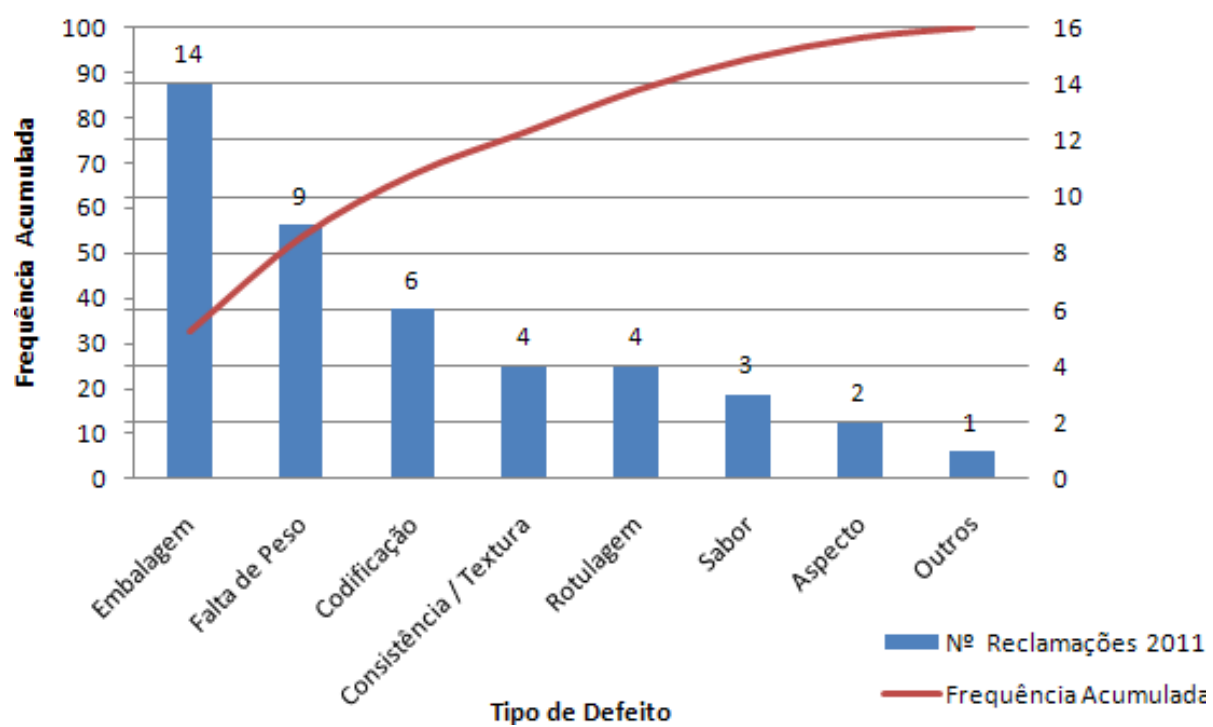


Figura 4.3: Diagrama de Pareto – Análise das reclamações.

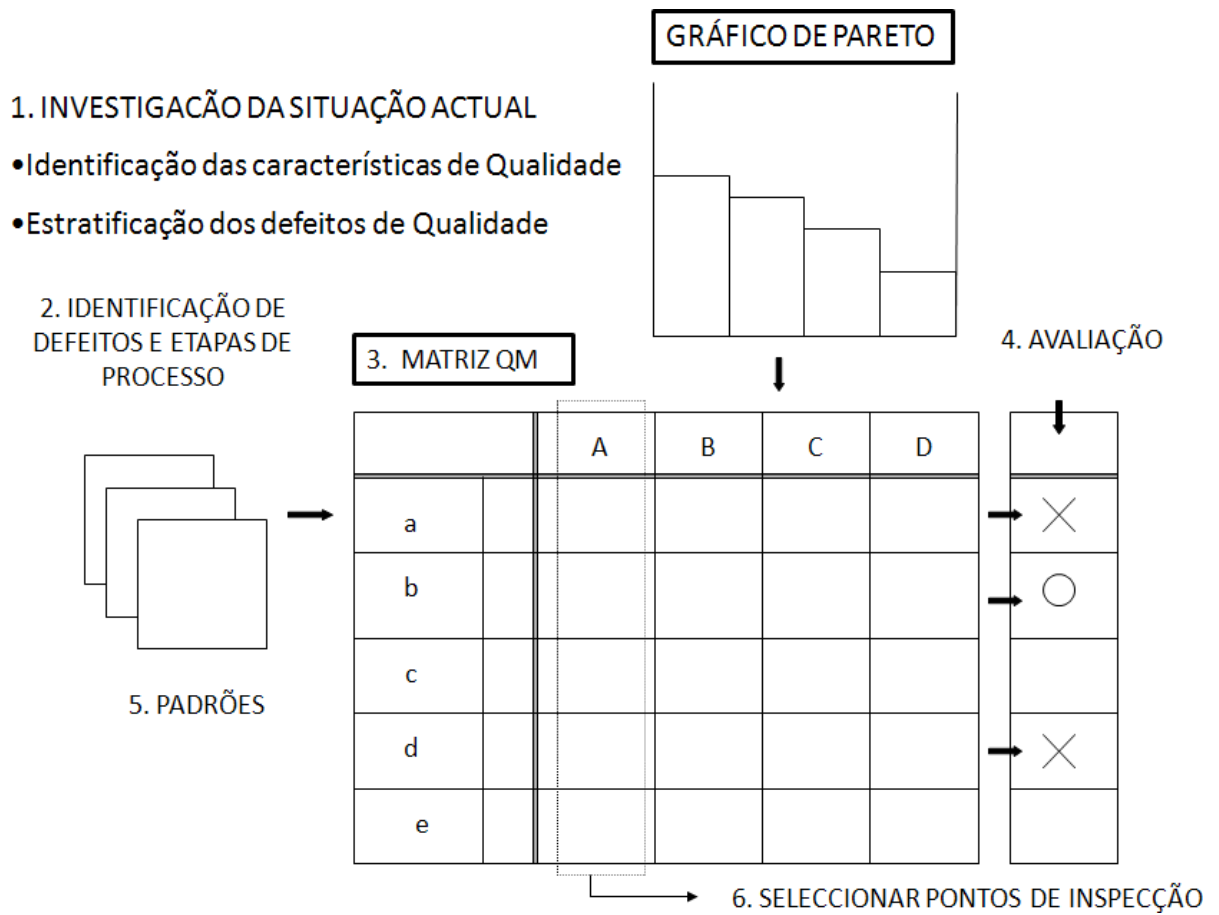


Figura 4.4: Etapas para a construção da matriz da qualidade.



Matriz da Manutenção da Qualidade

PRODUTOS :

LINHA :

Passos do Processo

Passos do processo

1

ETAPAS DO PROCESSO

Pontos de Inspeção

Parâmetro

Valores / Tolerância

Método

Frequência

Documento Referência

Responsabilidade

Ação

3

CONTROLO DO EQUIPAMENTO

Defeitos da Qualidade

2

DEFEITOS DE QUALIDADE

4

CORRELAÇÃO ENTRE OS DEFEITOS DE QUALIDADE E ETAPAS DO PROCESSO

Notas

Figura 4.5: Desenvolvimento da matriz da qualidade.



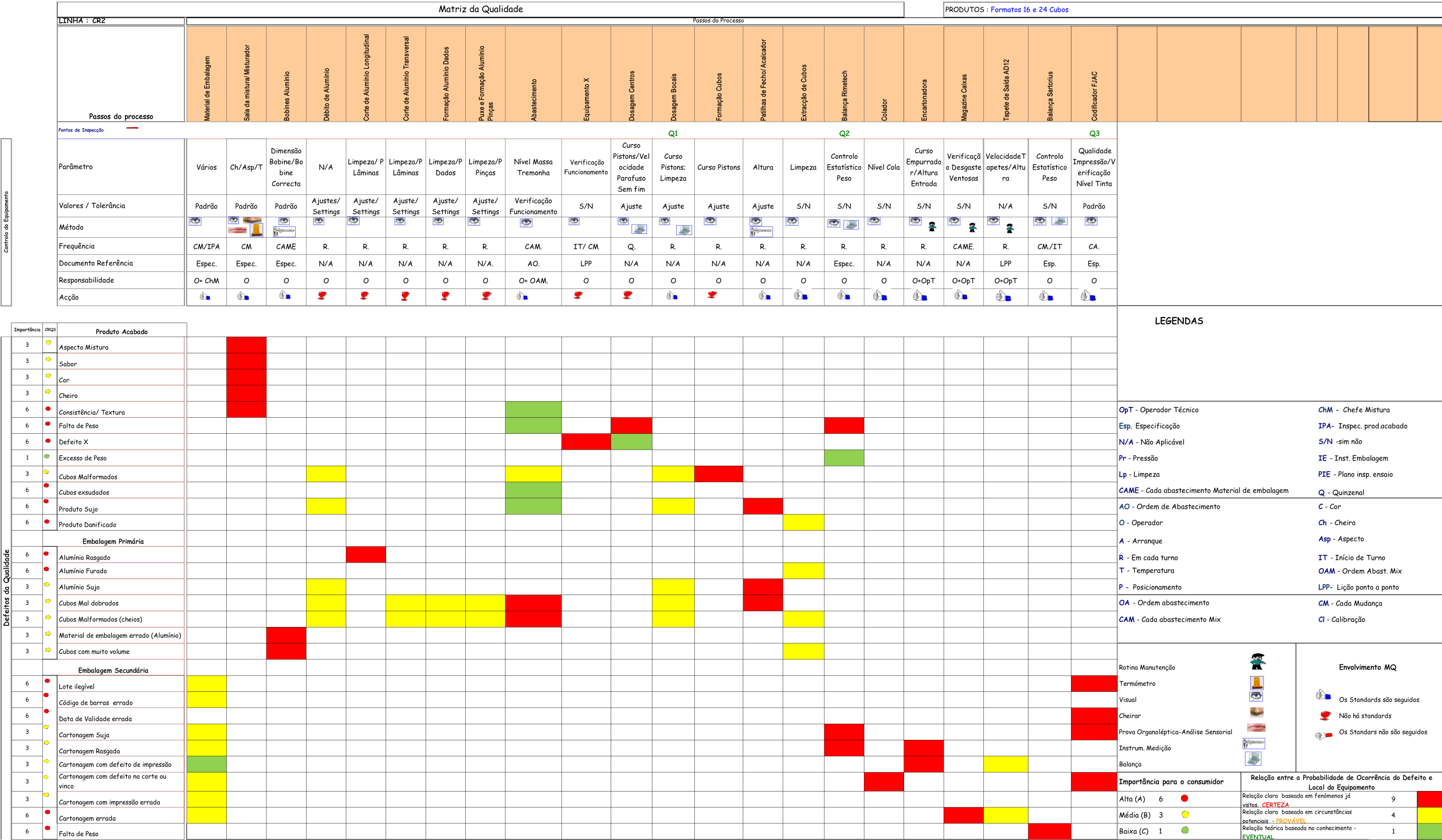


Figura 4.6: Matriz da qualidade.



### 4.3.1 Definição Etapas do Processo

As etapas de processo foram definidas a partir do fluxograma 3.1 de uma forma detalhada com o objectivo de acompanhar todos os passos do processo, através da monitorização e análise junto ao equipamento, e através de um trabalho desenvolvido em equipa. Para cada etapa do processo determinaram-se os parâmetros de controlo associados, respectivos valores e tolerâncias, a frequência, o método e a responsabilidade:

- Material de embalagem
- Produto/mistura
- Enchimento
  - Bobines alumínio
  - Débito de alumínio
  - Corte de alumínio longitudinal
  - Corte de alumínio transversal
  - Formação alumínio dados
  - Puxe e formação alumínio pinças
- Enchimento/encartonadora
  - Abastecimento
  - Equipamento X <sup>1</sup>
  - Dosagem centros
  - Dosagem bocais
  - Formação cubos
  - Patilhas de fecho

---

<sup>1</sup>Etapas do processo a não revelar

- Extracção de cubos
- Balança Rimetech
- Colador
- Encartonadora
  - Magazine caixas
  - Tapete de saída AD12
  - Balança sartorius
  - Codificador FJAC

O controlo do equipamento é uma parte da matriz da qualidade que envolveu três pilares do TPM, a MQ, a MA e a MPI. Esta etapa da elaboração de uma matriz como esta, permite organizar as seguintes informações:

1. Definição de qual o parâmetro a ser controlado (este deve ser mensurável)
2. Quais os valores/tolerância
3. De que forma deve ser controlado ou o método utilizado.
4. O que precisa ser controlado, a fim de preservar cada característica de qualidade.
5. Qual o documento referência que é utilizado para fazer as verificações.
6. Quem deve realizar cada monitorização e o que deve verificar, ou seja, quem é o responsável por essa verificação.
7. Qual a acção pretendida para eliminar os defeitos de qualidade, Se existem "standards" ou padrões desenvolvidos e se estes são seguidos.

Sempre que uma melhoria é introduzida, a informação sobre a matriz de qualidade deve ser actualizada, bem como os próprios padrões. Deve-se melhorar continuamente

os padrões para facilitar o seu cumprimento. Se houver demasiados padrões, estes têm que ser analisados com muita frequência, ou são procedimentos muito demorados. É por isso que se deve melhorar continuamente os padrões de forma à sua verificação ser mais eficiente e mais rápida.

#### **4.3.2 Correlação entre os Defeitos de Qualidade e as Etapas de Processo**

A correlação que se estabeleceu entre a probabilidade de ocorrência dos defeitos de Qualidade e as etapas de Processo foi uma correlação baseada em fenómenos já vistos (certeza)–pontuação 9, uma correlação baseada em circunstâncias potenciais (provável)–pontuação 4 e uma relação teórica baseada no conhecimento (eventual)– pontuação 1. Esta correlação foi efectuada baseada no conhecimento que o operador tem no equipamento e na relação de que aquele defeito pode ter origem naquela etapa do processo.





### 4.3.3 Análise da Matriz de Qualidade

A matriz da Qualidade é composta, nas suas colunas, pelas etapas do Processo e, nas suas linhas, pelos defeitos de Qualidade relevantes para o consumidor. A matriz resultante está representada na Figura 4.7.

A análise da Matriz de Qualidade seguiu o procedimento que se segue: determinaram-se os valores resultantes do  $\sum(\text{Importância do Defeito} \times \text{Relação entre a Probabilidade de Ocorrência do Defeito e Local do Equipamento})$  e a respectiva %. Efectuando a análise dos resultados obtidos, para a listagem de defeitos que podem ocorrer, a Falta de Peso, Produto Sujo e Cubos mal dobrados foram os defeitos com maior %, 7,8%; 6,6% e 7,8% respectivamente. Isto quer dizer que estes defeitos obtiveram uma maior pontuação, o que significa que estes devem ter uma maior monitorização, de forma a actuar na prevenção da ocorrência destes. Estatisticamente, para as etapas do processo, podemos verificar que as etapas do processo com maior % são o misturador, balança Rimetech e codificador Fjac com as seguintes %, respectivamente, 11,1%; 7,5% e 11,1%.

### 4.3.4 Proposta de Melhoria



Depois da priorização dos defeitos, é necessário o desenvolvimento de actividades a serem efectuadas para manter as condições de "Zero Defeitos". Os pontos de inspecção escolhidos Q1 (Dosagem Bocais), Q2 (Balança Rimetech) e Q3 (Codificador Fjac); basearam-se na análise estatística efectuada mas não só. Para esta categoria de produto, é de extrema importância a total satisfação do consumidor relativamente a requisitos de qualidade essenciais. O controlo de peso, para além de ser um requisito legal, é um requisito com elevado peso na opinião do consumidor. O controlo de peso já está estabelecido na fábrica há muito, mas foi necessário criar este ponto de inspecção para se obterem melhorias. Foi instalado na linha, um sistema estatístico que permite uma monitorização mais frequente de pequenas variabilidades de peso. Os pontos de controlo ou inspecção são pontos para monitorização das condições que devem ser satis-

Matriz da Qualidade																	PRODUTOS : Formatos 16 e 24 Cubos										
LINHA : CR2		Passos do Processo																									
Passos do processo																										Σ(Importância do Defeito x Relação entre a Probabilidade de Ocorrência do Defeito e Local do Equipamento)	%
		Material de Embalagem	Sala da mistural Misturador	Bobines Alumínio	Débito de Alumínio	Corte de Alumínio Longitudinal	Corte de Alumínio Transversal	Formação Alumínio Dados	Puxe e Formação Alumínio Pinças	Abastecimento	Equipamento X	Dosagem Centros	Dosagem Bocais	Formação Cubos	Patilhas de Fecho/ Acalador	Extracção de Cubos	Balança Rimetech	Colador	Encartonadora	Magazine Caixas	Tapete de Salda AD12	Balança Sartorius	Codificador FJAC				
Pontos de Inspeção																											
Produto Acabado		Importância																									
Aspecto Mistura	3	27																						27	1,9		
Sabor	3	27																						27	1,9		
Cor	3	27																						27	1,9		
Cheiro	3	27																						27	1,9		
Consistência/ Textura	6	54							6															60	4,1		
Falta de Peso	6								6	54						54								114	7,8		
Defeito X	6									54	6						54							60	4,1		
Excesso de Peso	1																1							1	0,1		
Cubos Malformados	3			12					12			12	27											63	4,3		
Cubos exsudados	6								6															6	0,4		
Produto Sujo	6			12					6			24		54										96	6,6		
Produto Danificado	6														12									12	0,8		
Embalagem Primária																											
Alumínio Rasgado	6					54																		54	3,7		
Alumínio Furado	6														12									12	0,8		
Alumínio Sujo	3			12								12		27										51	3,5		
Cubos Mal dobrados	3			12		12	12	12	27			12		27										114	7,8		
Cubos Malformados (cheios)	3			12		12	12	12	27			12			12									99	6,8		
Material de embalagem errado (Alumínio)	3		27																					27	1,9		
Cubos com muito volume	3		27												12									39	2,7		
Embalagem Secundária																											
Lote ilegível	6	24																				54		78	5,4		
Código de barras errado	6	24																						24	1,6		
Data de Validade errada	6																					54		54	3,7		
Cartonagem Suja	3	12														27						27		66	4,5		
Cartonagem Rasgada	3	12														27		27						66	4,5		
Cartonagem com defeito de impressão	3	3																27		12				42	2,9		
Cartonagem com defeito no corte ou vinco	3	12															27					27		66	4,5		
Cartonagem com impressão errada	3	12																						12	0,8		
Cartonagem errada	6	12																	54	12				78	5,4		
Falta de Peso	6																				54			54	3,7		
Σ(Importância do Defeito x Relação entre a Probabilidade de Ocorrência do Defeito e Local do Equipamento)		111	162	54	60	54	24	24	24	90	54	60	72	27	108	48	109	27	54	54	24	54	162	1456	100		
%		7,6	11,1	3,7	4,1	3,7	1,6	1,6	1,6	6,2	3,7	4,1	4,9	1,9	7,4	3,3	7,5	1,9	3,7	3,7	1,6	3,7	11,1	100			
LEGENDAS														Relação entre a Probabilidade de Ocorrência do Defeito e Local do Equipamento					Envolvimento MQ			Importância para o consumidor					
														Relação clara baseada em fenómenos já vistos. CERTEZA					9	🇧🇷 Os Standards são seguidos		Alta (A)	6				
														Relação clara baseada em circunstâncias potenciais - PROVÁVEL					4	🇵🇹 Não há standards		Média (B)	3				
														Relação teórica baseada no conhecimento - EVENTUAL					1	🇵🇹 Os Standars não são seguidos		Baixa (C)	1				

Figura 4.7: Matriz da qualidade e a priorização dos defeitos e etapas de Processo a controlar.

feitas a fim de produzir produto sem defeito. Neste caso o Ponto de Inspeção irá ser a calibração da Balança, que neste caso, será importante para o correcto funcionamento do curso dos pistons e o correcto controlo do peso. A calibração da Balança deverá ser efectuada pelos Operadores, sempre, em cada turno.

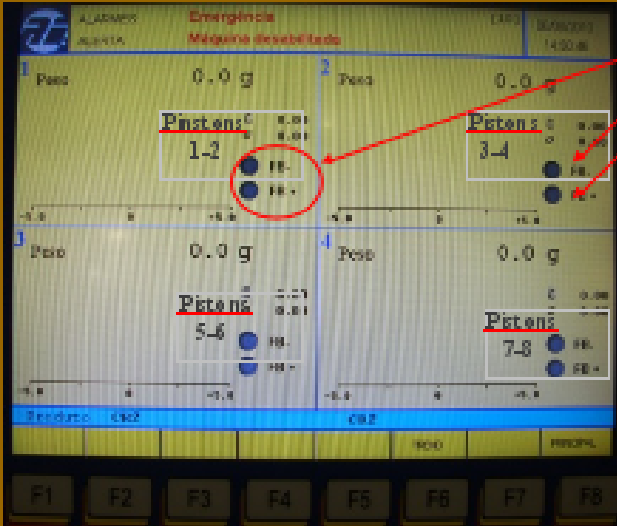
Uma das actividades que podem ser estabelecidas são propostas de melhoria que são efectuadas através da análise Kaizen, para redução dos defeitos de Qualidade. A proposta de melhoria para o codificador Fjac baseou-se na ferramenta Kaizen 12 passos. Esta proposta de melhoria pretende a instalação de uma câmara de vigilância devidamente automatizada, utilizando o sistema Poka-Yoke. Poka-Yoke é uma técnica simples para evitar erros humanos no trabalho. Poka é uma palavra japonesa que significa "erros involuntários" e Yoke significa "evitar". O sistema Poka-yoke consiste na criação de dispositivos, métodos e/ou sistemas que têm como função evitar erros humanos. Foram idealizados como forma de proteger o processo de produção, tendo em vista, que erros não observados podem originar produtos defeituosos. Existem originalmente, duas funções Poka-yoke: a primeira, conhecida como função de controle, alerta para a existência do erro, parando a produção para sua correcção através dos métodos de controle e alerta. A segunda chamada função de detecção que controla a produção com base em parâmetros estabelecidos, detectando a irregularidade, através dos métodos de posicionamento, contacto, contagem e comparação. Para este caso particular, o Poka-yoke sugerido apresenta uma função de detecção reconhecendo, que caso uma caixa passe no tapete, com codificação ilegível ou até sem codificação nenhuma, seja automaticamente rejeitada para fora do tapete, para que possa ser recuperada posteriormente, contribuindo para a diminuição do desperdício e a não obtenção de não conformidades, na fábrica.

		<h1>LIÇÃO PONTO-A-PONTO</h1>			
<b>EQUIPA: TPMAO</b>		<b>CUBO</b>			
<b>Tema</b>	<b>PROCEDIMENTOS DE FUNCIONAMENTO GRÁFICOS</b> (Controladora Ajuste peso cubos (KIME IECH ) Linha CB2)				SAV - 118
					TPM AO CUBO
<b>Classificação</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Conhecimento Básico		<input type="checkbox"/> Cases de Problema		Facilitador da Equipa A. Figueiredo
	<input type="checkbox"/> Cases de Melhoria		<input type="checkbox"/> _____		
		Coordenador de IFM		Responsável do Departamento	


  

## GRÁFICOS

1. Premir F5 se necessario para abrir menu principal pag(01)
2. Premir F1 (Gráficos) pag. (10)
3. Verificação de controle de ajuste de peso por balança/cubos ( congruência dos cubos equivalentes aos respectivos potens: 1-2, 3-4, 5-6 e 7-8.



Seleção de feedback:  
 FB- (está ajustado para menos (-) peso)  
 FB+ (está a ajustar para mais (+) peso)



4. Premir F5 (Principal)

Figura 4.8: Exemplo de um ponto de controlo.

### 4.3.5 A Manutenção da Qualidade e os outros Pilares do TPM

No TPM é crucial o desenvolvimento de actividade interpilares. Ao se desenvolverem actividades próprias dentro de um pilar e relacionando-as com outros pilares, consegue-se melhorar o desempenho operacional e fabril. Os pilares que devem ter uma maior integração com o pilar da MQ. são a MA; MPL; Pilar Kaizen e o pilar de Educação e treino. Por outras palavras, a capacidade de se estabelecer um sistema de manutenção da qualidade depende do grau de desenvolvimento e integração dos outros pilares, e da eficácia esperada destes.

#### Manutenção da Qualidade e Melhoria Contínua: *Kaizen*

O objectivo do pilar Kaizen é desenvolver métodos que incutam nas pessoas a capacidade de fazer melhorias e analisar verdadeiramente as causas dos problemas.

##### **Redução Perdas**

Ser capaz de demonstrar a necessidade de melhorias (mesmo antes de realmente descobrir como fazê-las) é extremamente importante, porque permite que haja gestão dos problemas e trabalhar exactamente para implementar melhorias que são necessárias fazer, a fim de eliminar as perdas.

##### **Atingir a excelência**

O atingir a excelência significa alcançar não apenas o mínimo necessário, mas ir além disso, e procurar a perfeição. Fazer o mínimo indispensável é incompatível com esta filosofia. É necessário estabelecer as condições que permitam ao equipamento executar com o máximo desempenho, nas condições desejáveis. Quando uma peça de equipamento pára de funcionar completamente, normalmente leva a um colapso súbito. Quando as funções do equipamento começam a deteriorar-se gradualmente, produzem pequenas paragens e defeitos de qualidade evitáveis. Isso significa, que só se pode ser capaz de identificar as causas dos defeitos de qualidade, se sabemos quais as condições desejáveis do equipamento. Se houver desconhecimento do cenário ideal, os esforços para



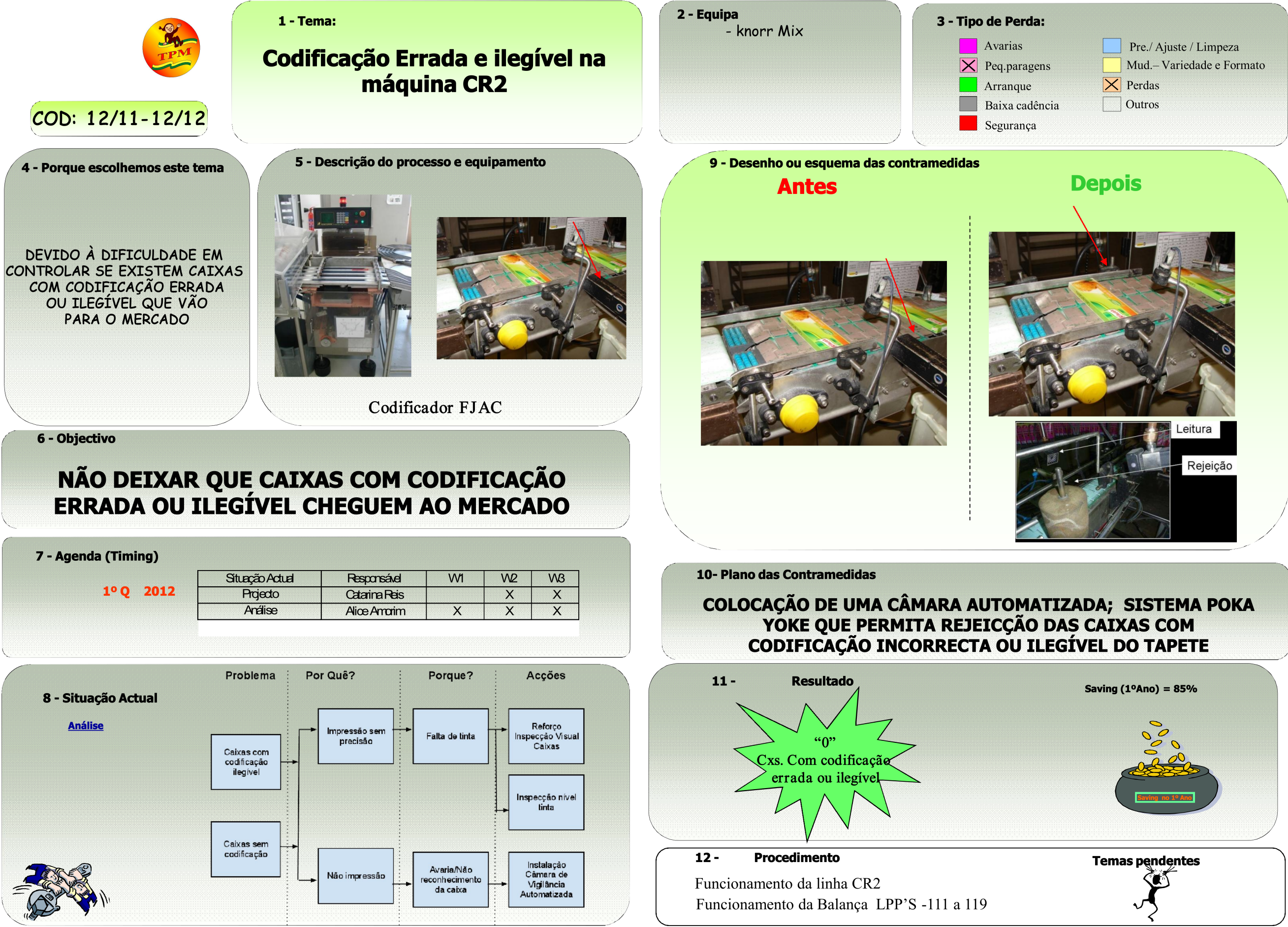


Figura 4.9: Proposta de melhoria.



estabelecer as condições dos "Zero Defeitos" serão inúteis, como parte da manutenção da qualidade.

### **Eliminar pequenas imperfeições**

Os problemas podem surgir de causas únicas, causas múltiplas, e complexas. A maioria dos defeitos de qualidade, são devido a causas múltiplas ou combinações complexas de causas que interagem, e as causas envolvidas consistem geralmente no que se designa por "pequenas falhas". Estas pequenas falhas (anomalias subtis, erros, defeitos, aparentemente triviais) muitas vezes encontram-se na fronteira entre o que parece ser normal e que parece ser anormal. Se as pessoas não conseguirem distinguir o acontecimento não normal, não vão ser muito bons em detectar anomalias no sistema causal ao tentar manter as condições exigidas como parte da manutenção da qualidade.

### **Pequenos ajustes**

Os pequenos ajustes significam um conjunto de acções realizadas pelo operador, que alcança um resultado desejado por repetidas tentativas e erros, exercendo o seu julgamento e usando toda a experiência adquirida. Por outro lado, constituem as acções que levam a alcançar o resultado desejado mecanicamente, utilizando mecanização, automação e técnicas especialmente desenvolvidas para medição do processo, ou aumentando a precisão de ferramentas e outros equipamentos para simplificar a tarefa.

## **Manutenção da Qualidade e Manutenção Autónoma**

Como explicado no início deste capítulo, sobre a filosofia básica da manutenção da qualidade, se queremos eliminar defeitos de qualidade causados directa ou indirectamente pelo Homem, é essencial desenvolver operadores com a capacidade de manter as condições exigidas. Um programa de Manutenção Autónoma é uma forma extremamente eficaz de fazer isso, porque cada passo do programa é projectado para habilitar os operadores. Este programa é definido por sete etapas, descritas sumariamente no capítulo 3. Em suma, Manutenção Autónoma é indispensável para o desenvolvimento de operadores especialistas capazes de observar e cumprir rigorosamente as normas e procedimentos.

### **Manutenção da Qualidade e Manutenção Planeada**

É importante para construir um sistema de monitorização de condições com base em diagnósticos equipamento como parte do programa de manutenção eficaz. O objectivo deste pilar consiste na consciencialização das perdas decorrentes das falhas de equipamentos e as mudanças de mentalidade das divisões de produção e manutenção, minimizando as falhas e defeitos com o mínimo custo. Este pilar permite dar à Manutenção Autónoma suporte, treino e conhecimentos que permitam a prevenção de avarias, actuar directamente nas tarefas de manutenção planeada, fazer uma correcta gestão de material sobressalente e manter um sistema que permita acompanhar e reduzir custos de Manutenção.



**Manutenção da Qualidade e o Pilar Formação e Treino**

O objectivo do pilar Formação e treino é conceder às pessoas, formação no sentido de desenvolverem as competências que necessitam para realizar as actividades dos outros pilares e elevar o nível das habilidades que eles precisam para efectuar os seus trabalhos. Para manter as condições dos "Zero Defeitos", a necessidade de desenvolver as pessoas especialistas em seus equipamentos, produtos e processos.



# 5

## Conclusão

O TPM assume hoje, um papel importantíssimo na indústria, sendo amplamente utilizado como um poderoso instrumento para a redução dos custos e aumento da produtividade de uma fábrica. Os resultados mais significativos no caso concreto ULJM prendem-se com o conhecimento do real desempenho dos equipamentos e identificação de principais perdas de eficiência.

Ainda em relação ao TPM, no pilar da manutenção da qualidade (MQ) existe um novo foco e uma nova forma de abordar o tema qualidade. Este pilar foca-se em eliminar as não conformidades dos produtos causadas pelos equipamentos. A técnica é compreender que partes do equipamento afectam a qualidade do produto e começar por eliminar os problemas conhecidos (atitude reactiva), por forma a posteriormente estudar e actuar sobre os problemas potenciais (atitude pró activa). A manutenção da Qualidade é um método para construir em qualidade e prevenir defeitos de qualidade através do processo e equipamento. Na manutenção de qualidade, a variabilidade das características de qualidade num produto é controlada através do controlo dos componentes do equipamento que o afectam. As características de qualidade são influenciadas sobretudo por 4 inputs de produção: equipamento, materiais, acções (competências) das pessoas e os métodos utilizados. O primeiro passo na manutenção da Qualidade é clarificar as relações entre esses factores e as características de qualidade desses produtos, analisando os defeitos de qualidade.

O propósito desta dissertação era a construção de uma matriz da qualidade, para permitir a análise das relações entre a ocorrência do defeito e o local do equipamento onde esse defeito é gerado. A matriz da qualidade consiste num levantamento dos pontos do equipamento que poderão criar defeitos e a definição das melhorias e controlos para

os evitar.

O Objectivo desta dissertação foi atingido uma vez que se construiu uma matriz da qualidade, uma ferramenta que permitiu a análise das relações entre a ocorrência dos defeitos e os locais do equipamento onde esses defeitos são gerados e o controlo do equipamento para evitar reocorrências dos defeitos. Este foi o método escolhido permitindo começar a definir métodos e ferramentas para eliminar os defeitos e perdas de qualidade. Para além disso constitui uma oportunidade de treinar os envolvidos nos conceitos de manutenção da qualidade e na qualidade. Com este trabalho que foi desenvolvido, aprimorou-se a compreensão das relações entre equipamento, processo e qualidade do produto, levando a uma atitude mais proactiva do que reactiva.

Com o desenvolvimento deste trabalho verificou-se que é necessária uma melhoria nas etapas de Processo, com maior %, que correspondem ao misturador, balança Rimetech e codificador Fjac com as seguintes %, respectivamente, 11,1%; 7,5% e 11,1%. Para isso seleccionaram-se e atribuíram-se pontos de Controlo ou Inspeção, com o objectivo de manter o funcionamento do equipamento de tal forma que sempre atinja as condições ideais, que não gerem defeitos. As propostas de melhoria, baseadas num Kaizen de 12 passos, no sentido de criar condições para chegar aos "zero defeitos".

As actividades deste pilar, que foram desenvolvidas permitiram definir condições do equipamento que impedem defeitos de qualidade, baseado no conceito básico de manutenção de equipamento, através do contributo da manutenção Planeada e melhoria contínua (Kaizen) para estudar o equipamento e mantê-lo de forma a funcionar nas suas condições ideais. As actividades de melhoria desenvolvidas basearam-se na proposta de implementação de poka-yoke, detecção in-line e segregação de defeitos.

Outro objectivo desta dissertação era procurar uma maior integração dos pilares Manutenção Autónoma, Planeada, Kaizen e Formação e treino em conjunto com o pilar da Manutenção da Qualidade. Esta maior integração foi atingida, na medida que as actividades desenvolvidas envolvem várias etapas destes pilares, nomeadamente o envolvimento de operadores, que trabalhadas em conjunto, permitem o derradeiro objectivo:

trabalhar, por forma, a atingir os zero defeitos de Qualidade.

## 5.1 Desenvolvimento de Trabalho Futuro

Como trabalho futuro, as condições do equipamento irão ser verificadas ao longo do tempo, e se os valores verificados estiverem de acordo com os valores padrão definidos então previnem-se defeitos. Estes valores medidos serão monitorizados para prever possibilidades de ocorrência de defeitos e de tomar contra medidas. Para isso será necessário criar uma folha de verificação em que os operadores irão introduzir os dados de monitorização, e verificar se as condições estão de acordo com o padrão.

Resumindo, as accções planeadas são:

- Desenvolvimento de padrões em falta
- Continuação do registo dos defeitos
- Registo das Condições do equipamento quando há defeitos
- Análise de causas dos defeitos registados, com a utilização de ferramentas de análise apropriadas.



# Referências

- [1] Unilever (2009) Unilever mex learning series.
- [2] Unilever (2011) Unilever mex learning series.
- [3] Sharma, R., Rastogi, V., and Singh, J. (2011) Measurement of overall equipment effectiveness (oeo) through total productive maintenance (tpm) initiatives in automobile sector: A case study. *International Journal of Contemporary Practices*, **1**, 35–44.
- [4] Mahalik, N. P. and Nambiar, A. N. (2010) Trends in food packaging and manufacturing systems and technology. *Trends in Food Science and Technology*, **21**, 117–128.
- [5] Ahmed, T., Ali, S., Allama, M., and Parvez, M. (2010) A total productive maintenance (tpm) approach to improve production efficiency and development of loss structure in a pharmaceutical industry. *Global Journal of Management And Business Research*, **10**, 186–190.
- [6] Park, K. and Han, S. (2001) Tpm – total productive maintenance: Impact on competitiveness and a framework for successful implementation. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing and Service Industries*, **11**, 321–338.
- [7] McKone, K. E. and Weiss, E. N. (1998) Tpm: Planned and autonomous maintenance: Bridging the gap between practice and research. *Production and Operations Management*, **7**, 335–351.
- [8] Willmott, P. and McCarthy, D. (2001) *TPM: a route to world-class performance*. Referex Engineering, Butterworth-Heinemann.
- [9] Suzuki, T. (1994) *TPM in process industries*. Step-By-Step Approach to TPM Implementation, Productivity Press.

- [10] Nakajima, S. (1988) *Introduction to TPM: total productive maintenance*. Preventative Maintenance Series, Productivity Press.
- [11] Waeyenbergh, G. and Pintelon, L. (2002) A framework for maintenance concept development. *International Journal of Production Economics*, **77**, 299–313.
- [12] McKone, K. E., Schroeder, R. G., and Cua, K. O. (1999) Total productive maintenance: a contextual view. *Journal of Operations Management*, **17**, 123–144.
- [13] Crosby, P. (1980) *Quality is free: the art of making quality certain*. New American Library.
- [14] Juran, J. and Gryna, F. (1993) *Quality planning and analysis: from product development through use*. McGraw-Hill series in industrial engineering and management science, McGraw-Hill.
- [15] Feigenbaum, A. (1991) *Total quality control*. Industrial engineering series, McGraw-Hill.
- [16] Wilkinson, A. (1998) *Managing with total quality management: theory and practice*. Management, work and organisations, Macmillan Business.
- [17] Dal, B., Tugwell, P., and Greatbanks (2000) Overall equipment effectiveness as a measure of operational improvement – a practical analysis. *International Journal of Operations and Production Management*, **20**, 1488–1502.
- [18] Almeanazel, O. T. R. (2010) Total productive maintenance review and overall equipment effectiveness measurement. *Jordan Journal Of Mechanical and Industrial Engineering*, **4**, 517–522.



# A

## Anexo I

Objectivo	Principais Actividades
Inspecção geral	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consolidação do nível atingido nas etapas anteriores</li> <li>• Formação em princípios básicos de manutenção (lubrificação, hidráulica, pneumática, porcas e parafusos, transmissões, sistemas eléctricos)</li> <li>• Elaboração de manuais de inspecção</li> <li>• Rectificação dos padrões Passagem de conhecimento da manutenção para os operadores e destas para os restantes elementos da equipa</li> <li>• Promoção do controlo visual</li> <li>• Evidencias de prevenção de falhas através das actividades de inspecção</li> <li>• Redução do número e quantidade de lubrificantes</li> <li>• Desenvolvimento da cultura preventiva</li> <li>• Marcação de porcas e parafusos críticos</li> <li>• Incluir nos planos de inspecção, acções de manutenção preditiva (análise de óleos, vibração, temperatura)</li> <li>• Utilização de Kaizens para redução de tempos de mudança</li> <li>• Matriz de locais inseguros</li> <li>• Matriz da qualidade - identificação</li> <li>• Kaizens para eliminação de locais e actos inseguros</li> <li>• Desenvolver mecanismos e formas de inspecção "fácil" para prevenção de falhas</li> </ul>

Tabela A.1: Quarta etapa para implementação da manutenção autónoma

Objectivo	Principais Actividades
Inspeção autónoma	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consolidação do nível atingido nas etapas anteriores</li> <li>• Integração de padrões de inspecção e lubrificação nos Planos de Manutenção</li> <li>• As ferramentas de MA - LPP's, etiquetas - são utilizadas de forma expedita por todos os elementos da equipa</li> <li>• São realizadas de forma autónoma tarefas de Manutenção Planeada (verificação, detecção, correcção)</li> <li>• Todos os elementos da equipa contribuem e são incluídos nos planos de manutenção e melhoria da sua linha/ área</li> <li>• As inspecções de rotina são realizadas de forma fácil e expedita</li> <li>• O controlo visual é utilizado para tornar a inspecção mais fácil</li> <li>• O conhecimento dos operadores em tarefas de manutenção do equipamento evoluiu de forma clara</li> <li>• Os padrões sofrem as correcções necessárias de forma a assegurar a melhoria de desempenho dos equipamentos</li> <li>• Desenvolvimento de plano de melhoria do desempenho da linha/área em termos ambientais</li> <li>• Desenvolvimento de padrão de controlo de pontos críticos e que assegura a qualidade do produto -</li> <li>• Passagem dos pontos identificados na Matriz da qualidade para rotina de verificação</li> <li>• As anomalias detectadas durante as verificações de rotina são alvo de acção por parte da equipa</li> <li>• A equipa participa de forma activa na elaboração no plano de manutenção</li> <li>• As anomalias detectadas durante as verificações de rotina são alvo de acção por parte da equipa</li> </ul>

Tabela A.2: Quinta Etapa para implementação da manutenção autónoma

Objectivo	Principais Actividades
Standardização	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consolidação do nível atingido nas etapas anteriores</li> <li>• Todas as tarefas, arquivos rotinas e padrões da linha/área, são standardizados</li> <li>• A metodologia de 5 S's está fortemente enraizada</li> <li>• Desenvolvimento de processo de gestão e controlo da informação respeitante à linha/área</li> <li>• É definido passo-a-passo o processo de introdução de novas tecnologias e a forma como é assegurada a passagem do conhecimento</li> <li>• Processo de garantia da qualidade é assegurado</li> <li>• Elaboração de planos formação com vista ao desenvolvimento dos elementos da equipa</li> </ul>

Tabela A.3: Sexta Etapa para implementação da manutenção autónoma

Objectivo	Principais Actividades
Gestão autónoma	<ul style="list-style-type: none"> <li>• É dado aos Team-leaders a co-responsabilidade de estabelecimento de objectivos, indicadores de performance e plano de investimento de acordo com os macro indicadores da fábrica</li> <li>• É dado aos líderes de equipa autonomia ao nível da manutenção, operacionalidade, planeamento e desenvolvimento da sua equipa</li> </ul>

Tabela A.4: Sétima Etapa para implementação da manutenção autónoma